

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA**

TESE DE DOUTORADO

**AVALIAÇÃO DAS EXPOSIÇÕES MÉDICAS E OCUPACIONAIS EM
CIRURGIAS ORTOPÉDICAS POR MEIO DO MÉTODO MONTE CARLO**

FELIPE AMORIM SANTOS

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
Cidade Universitária “Prof. José Aloísio de Campos”
São Cristóvão – SE – Brasil**

Fevereiro 2018

**AVALIAÇÃO DAS EXPOSIÇÕES MÉDICAS E OCUPACIONAIS EM
CIRURGIAS ORTOPÉDICAS POR MEIO DO MÉTODO MONTE CARLO**

FELIPE AMORIM SANTOS

Tese de doutorado apresentada ao Núcleo de
Pós-Graduação em Física da Universidade
Federal de Sergipe como requisito para a
obtenção do título de Doutor em Física.

Orientador: Prof. Dr. Albérico Blohem de
Carvalho Júnior

São Cristóvão – SE – Brasil

Fevereiro de 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
Núcleo de Pós-Graduação em Física

**"Avaliação das exposições médicas e ocupacionais em cirurgias
ortopédicas por meio do método monte carlo"**

por

Felipe Amorim Santos

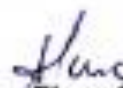
Tese de doutorado APROVADA em sessão pública no dia vinte e dois de
fevereiro do ano dois mil e dezoito perante a banca examinadora
constituída pelos seguintes professores:



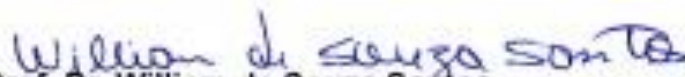
Prof. Dr. Albérico Bloem de Carvalho Júnior
(DFI-UFS)




Profa. Dra. Divanizia do Nascimento Souza
(DFI-UFS)



Profa. Dra. Ana Figueiredo Maia
(DFI-UFS)



Prof. Dr. William de Souza Santos
(PPGEB-UFU)



Prof. Dr. Lúcio Pereira Neves
(PPGEB-UFU)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Jesus Cristo pela realização deste trabalho. Sem ele nada disso seria possível.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Albérico Blohem de Carvalho Júnior, por prontamente aceitar a função de orientação e partilhar do seu conhecimento. Agradeço ainda a liberdade fornecida durante o desenvolvimento do doutorado proporcionando conforto e tranquilidade no amadurecimento do trabalho.

Aos professores do Departamento de Física que contribuíram com o desenvolvimento da minha formação desde a graduação até a conclusão do doutorado. Em especial, Ana Maia, Divanízia, Laélia, Márcia, Susana e Mário Everaldo.

À professora Ana Paula Perini que favoreceu o acesso ao cluster localizado no Laboratório de Instrumentação e Dosimetria (LInDa) da Universidade Federal de Uberlândia.

À minha esposa Danieli, por todo o amor e dedicação. Por sua firmeza e esclarecimento que me norteiam em decisões difíceis.

À Elisa, minha princesinha que chegou ao mundo para impulsionar minha vontade de viver.

À meu pai, minha mãe e irmãos pelo amor incondicional que sempre senti em cada um. Neles me sinto seguro.

À Derli e Daisy, para mim fonte de sabedoria e conhecimento.

À Débora, Davi e Eloah por sempre ser uma alegria estar com eles.

À meu amigo William, o qual me incentivou nos momentos mais difíceis, dando força, apoio e sempre com muita disposição a ajudar.

Aos meus colegas do grupo DFI e GDCOMP, em especial a Matheus e Diego. Crescemos muito juntos e sinto falta da presença constante deles na minha vida.

À Igreja de Cristo na terra, a todos os irmãos que durante esses anos passaram na minha vida e a edificaram através de orações, ações, palavras e testemunhos.

À Universidade Federal de Sergipe por ser responsável por toda a minha formação, pois iniciei meus estudos nela na 5ª série.

À Capes pelo suporte financeiro.

A todos, embora não citados, que contribuíram de alguma maneira para a conclusão do trabalho.

“Levantai os olhos e observai as alturas: Quem criou tudo isso? Foi aquele que coloca em marcha cada estrela do seu incontável exército celestial, e a todos chama pelo nome. O seu poder é incalculável; inextinguível a sua força, e, por isso, nenhum desses corpos celestes deixa de atender prontamente.”

(Isaías 40:26)

Dedico este trabalho a Jesus Cristo

RESUMO

Cenários clínicos para cirurgia de fratura por compressão da vértebra foram virtualmente modelados para estimar valores de dose equivalente, efetiva e risco de câncer normalizados pelo PKA (**P**roduto **K**erma **Á**rea) para o paciente e cirurgião. Esta cirurgia é conhecida como cifoplastia e envolve o uso do equipamento de radiodiagnóstico do tipo arco C, o qual fornece imagens em tempo real e dá suporte para o cirurgião durante a manipulação das agulhas e entrega de cimento cirúrgico dentro da vértebra fraturada. O código de transporte de radiação utilizado foi o MCNPX (**M**onte **C**arlo **N**-**P**article **eX**tended) e duas duplas de simuladores antropomórficos virtuais: UFHADM e UFHADF (**U**niversity of **F**lorida **H**ybrid **A**dult **M**ale/**F**emale). Foram simuladas duas projeções com sete tensões de tubo para cada uma. No mesmo cenário foi calculado o PKA na saída do tubo, proporcionando o cálculo dos coeficientes de conversão (E/PKA – Dose Efetiva por PKA, H_T /PKA – Dose equivalente por PKA e RC/PKA – Risco de Câncer por PKA). A partir do conhecimento de valores experimentais de PKA e dos resultados deste estudo, foi possível estimar valores absolutos de dose equivalente, efetiva e risco de câncer para diferentes condições de exposição. Neste trabalho foram desenvolvidos cenários com e sem a mesa cirúrgica, para comparação com os dados já existentes na literatura. A ausência da mesa no cenário promoveu um aumento percentual de 56% nos CCs de doses efetivas de pacientes em relação aos cenários calculados com a cama. Com relação ao cirurgião, considerando todas as projeções, o uso dos equipamentos de proteção pessoal reduziu a dose efetiva, em média, entre 66-68%; enquanto o uso do saíote reduziu entre 2-5% esta mesma grandeza. Em relação ao estudo de risco de câncer, o cólon e pulmão apresentaram-se como órgãos de maior risco para o paciente e médico cirurgião, respectivamente. Para o simulador submetido a cirurgia de cifoplastia (paciente), considerando um feixe de 70 kVp, PKA de 5,5 Gy.cm² e um o coeficiente de risco de câncer efetivo calculado neste trabalho de 3,77 Gy⁻¹.cm⁻², estimou-se 21 mortes por câncer, considerando um universo de 10⁶ casos. Os dados obtidos enfatizam a importância da elaboração de cenários virtuais que se assemelham a cenários clínicos, gerando valores de E/PKA, H_T /PKA e RC/PKA mais próximos dos valores reais.

ABSTRACT

Clinical settings for vertebral compression fracture surgery were virtually modeled to estimate equivalent, effective, and cancer risk values normalized by the KAP (Kerma Product Area) for the patient and surgeon. This surgery is known as kyphoplasty and involves the use of the equipment of type arch C, which provides real-time imaging and supports the surgeon during needle manipulation and delivery of surgical cement into the fractured vertebra. The radiation transport code used was MCNPX (Monte Carlo N-Particle eXtended) and two dual virtual anthropomorphic simulators: UFHADM and UFHADP (University of Florida Hybrid ADULT Male / Female). Two projections were simulated with seven tube voltage voltages for each. In the same scenario the KAP was calculated at the tube output, providing the calculation of the conversion coefficients (E/KAP , H_T/KAP and RC/KAP). From the knowledge of experimental values of KAP and the results presented in this study, it was possible to estimate absolute values of equivalent, effective dose and cancer risk for different exposure conditions. In this work, scenarios were developed with and without the surgical table, in order to compare it with the existing data in the literature. The absence of the bed in the scenario promoted a percentual increase of 56% in the effective doses of patients in relation to the scenarios calculated with the bed. Regarding the surgeon, considering all projections, the use of personal protective equipment reduced the effective dose, on average, between 66-68%; while the use of the UTS reduced this same greatness by 2-5%. In relation to the study of cancer risk, colon and lung presented as a higher risk organ for the patient and surgeon, respectively. For the simulator undergoing kyphoplasty (patient), considering a beam of 70 kVp, KAP of 5.5 Gy.cm² and a effective cancer risk coefficient calculated in this work of 3.77 Gy⁻¹.cm⁻², it was estimated 21 cancer deaths were estimated, considering a universe of 10⁶ cases. The data obtained in this work emphasize the importance of elaborating virtual scenarios that resemble clinical scenarios, generating E/KAP , H_T/KAP and RC/KAP values that are closer to the real values.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Espectros de raios X gerados pelo software SPECGEN (TUCKER, BARNES e HAKRABORTY, 1991)	3
Figura 2: Esquema representativo do efeito Rayleigh. Adaptado (BUSHBERG, SEIBERT, <i>et al.</i> , 2012).....	4
Figura 3: Esquema representativo do efeito fotoelétrico. (BUSHBERG, SEIBERT, <i>et al.</i> , 2012).....	6
Figura 4: Representação de uma transição eletrônica que resulta em emissão de elétron Auger. Adaptação de (TURNER, 2007).....	6
Figura 5: Esquema representativo do efeito Compton. Adaptado (BUSHBERG, SEIBERT, <i>et al.</i> , 2012).....	8
Figura 6: Coeficiente mássico de atenuação para tecido mole. Adaptado (BUSHBERG, SEIBERT, <i>et al.</i> , 2012).....	10
Figura 7: Grandezas dosimétricas. Adaptado (OKUNO e YOSHIMURA, 2010).....	11
Figura 8: O equilíbrio eletrônico ocorre na parte hachurada da figura.	14
Figura 9: Principais partes de um arco cirúrgico. Adaptado (BUSHBERG, SEIBERT, <i>et al.</i> , 2012).....	18
Figura 10: ADAM e EVA, simuladores antropomórficos matemáticos. (KRAMER, ZANKL, <i>et al.</i> , 1982)	20
Figura 11: (a) Aquisição das imagens, (b) geração da matriz de tons de cinza, (c) carregamento das matrizes de imagens sequencialmente e aquisição do simulador.	20
Figura 12: (a) ajuste no abdômen através de superfícies NURBS em uma mulher grávida e (b) simulador de um feto criado a partir de superfícies <i>mesh</i> . (XU, TARANENKO, <i>et al.</i> , 2007).....	21
Figura 13: Fluxograma transporte do fóton pelo método Monte Carlo para os três principais efeitos no radiodiagnóstico. Adaptado (PELOWITZ, 2011).....	24
Figura 14: Arco C modelado nos cenários de cifoplastia.....	31
Figura 15: (A) Projeção AP (B) Projeção LL, (C) 1 – Suporte do equipamento, 2 – Intensificador de imagem, 3 – Tubo de raios X, 4 – Suporte da mesa, 5 - Saiote, 6 - Colchão, 7 – Mesa de cirurgia, 8 – Paciente, 9 - Cirurgião, 10 – Protetor de corpo inteiro, 11 – Protetor de tireoide, 12 – Óculos plumbíferos, 13 – Suporte dos monitores, 14 – Monitores.....	32

Figura 16: Cabeçote (2) e a célula de ar (1) para calcular o PKA. Para a melhor visualização da imagem um cenário foi carregado sem a mesa e sem paciente.....	33
Figura 17: Célula (apontada pela seta) criada na saída do tubo para medir PKA.	34
Figura 18: E/PKA para pacientes (UFHADM) em cirurgia de cifoplastia.....	37
Figura 19: E/PKA para paciente (UFHADM e UFHADF) em cirurgia de cifoplastia. (CCs mostrados como uma média entre UFHADM e UFHADF).....	41
Figura 20: Posicionamento correto do cirurgião em relação à localização do tubo de raios X.	42
Figura 21: Média de E/PKA para os profissionais médico do sexo masculino e feminino.	42
Figura 22: Risco de câncer para paciente do sexo masculino para cirurgia de cifoplastia.	46
Figura 23: Risco de câncer para paciente do sexo feminino para cirurgia de cifoplastia.	47
Figura 24: Risco de câncer para o cirurgião ortopedista (UFHDAM) para cirurgia de cifoplastia.	48
Figura 25: Risco de câncer para cirurgião ortopedista (UFHADF) para cirurgia de cifoplastia.	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Fator de ponderação relacionado com os tipos de radiação (ICRP 103, 2007)	14
Tabela 2: Fatores de ponderação relacionado com a radiosensibilidade dos órgãos (ICRP 103, 2007)	15
Tabela 3: Coeficientes de risco nominal para cálculo de risco de câncer por órgão utilizados pela ICRP. Adaptado (ICRP 103, 2007).	16
Tabela 4: Fatores de risco de câncer de acordo com BEIRVII. Risco de morte por câncer por órgão (número de mortes por 10^6 pessoas expostas a 10 mGy). (NACIONAL RESEARCH COUNCIL, 2006)	17
Tabela 5: Relação entre a classificação da grandeza calculada e os valores dos coeficientes de variação (BRIESMEISTER, 1986)	26
Tabela 6: Descrição das principais formas de contagem do MCNPX	28
Tabela 7: Características dos cenários estudados neste trabalho	33
Tabela 8: E/PKA (mGy/Gy.cm ²) calculado para paciente.	38
Tabela 9: H _T /PKA (mSv/Gy.cm ²) para pulmão e mama do paciente	39
Tabela 10: H _T /PKA (mSv/mGy.cm ²) para testículo e fígado do paciente	39
Tabela 11: E/PKA foi calculado em cenários computacionais e comparados com pacientes que submeteram a cifoplastia apresentado no trabalho de Panizza et al. (2014).	40
Tabela 12: E/PKA (μSv/Gy.cm ²) para cirurgião em projeção AP. (Evidenciando o uso do EPI)	43
Tabela 13: E/PKA (μSv/Gy.cm ²) para cirurgião em projeção AP. (Evidenciando o uso do saiotte)	43
Tabela 14: E/PKA (μSv/Gy.cm ²) para cirurgião em projeção LL. (Evidenciando o uso do EPI)	44
Tabela 15: E/PKA (μSv/Gy.cm ²) para o cirurgião em projeção LL. (Evidenciando o uso do saiotte)	44
Tabela 16: H _T /PKA (μSv/Gy.cm ²) para cólon e estômago para cirurgião (UFHADM) em projeção AP.	44
Tabela 17: H _T /PKA (μSv/Gy.cm ²) para cólon e estômago do cirurgião (UFHADP) em projeção AP.	45

Tabela 18: Aumento de risco de câncer nas mamas em médicas cirurgiões devido ao não uso dos equipamentos de proteção. 49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MCNPX	Monte Carlo N-Particle eXtended
UFHADM	University of Florida Hybrid ADult Male
UFHADF	University of Florida Hybrid ADult Female
E	Dose Efetiva
H _T	Dose Equivalente
RC	Risco de Câncer
PKA	Produto Kerma Área
CC	Coeficiente de Conversão
AP	Antero-Posterior
LL	Latero-Lateral
ICRP	International Commission on Radiological Protection
IAEA	International Atomic Energy Agency
CT	Computed Tomography

SUMÁRIO

1. Introdução e Estado da Arte	1
1.1. Objetivo	2
1.1.1. Objetivos específicos	2
2. Fundamentação teórica.....	3
2.1. Produção de raios X.....	3
2.2. Interação do fóton com a matéria	4
2.2.1. Espalhamento Rayleigh	4
2.2.2. Efeito Fotoelétrico	5
2.2.3. Efeito Compton	7
2.2.4. Atenuação de raios X na matéria	10
2.3. Grandezas dosimétricas	10
2.3.1. Kerma	11
2.3.2. Produto Kerma-Área (PKA)	12
2.3.3. Dose Absorvida	12
2.3.4. Equilíbrio Eletrônico	13
2.3.5. Dose Equivalente do tecido e do órgão	14
2.3.6. Dose Efetiva	14
2.3.7. Risco de Câncer	15
2.4. Arco-C e Medidor de PKA	17
2.5. Simuladores antropomórficos computacionais	19
3.4.1 Simuladores matemáticos.....	19
3.4.2 Simuladores voxel.....	20
3.4.3 Simuladores NURBS e <i>mesh</i>	20
2.6. O método Monte Carlo	21
2.6.1. Interação do fóton com a matéria e o método Monte Carlo	23
2.6.2. Determinação das incertezas do método Monte Carlo	25
3. Materiais e Métodos	27
3.1. Código de transporte de radiação MCNPX 2.7.0	27
3.2. Simuladores antropomórficos, Família UF: UFHADM e UFHADP	28
3.3. Elaboração dos cenários de irradiação	30

3.4. Cálculo dos coeficientes de conversão de dose equivalente, dose efetiva e risco de câncer	33
3.5. Hardware utilizado e tempo computacional	35
4. Resultados e Discussões.....	36
4.1. Dose Equivalente e Efetiva no paciente	36
4.2. Dose equivalente e efetiva no cirurgião ortopédico.....	41
4.3. Risco de câncer em paciente	45
4.4. Risco de câncer em cirurgião ortopédico.....	47
5. Conclusão	50
Trabalhos publicados no período.....	51
Bibliografia.....	52
ANEXO A	57
ANEXO B.....	61
ANEXO C.....	69
ANEXO D	73
ANEXO E.....	81
ANEXO F	83
ANEXO G	87
ANEXO H	89

1. Introdução e Estado da Arte

A fratura por compressão da vértebra pode ocorrer ao cair em uma caminhada, por praticar esportes e em acidentes de trânsito, sendo mais comum em pessoas mais idosas que sofrem de osteoporose (RIGGS e MELTON, 1995; EDIDIN, ONG, *et al.*, 2013). A osteoporose gera um enfraquecimento dos ossos e aumento do risco de fratura. A vértebra lesionada proporciona desconforto para o indivíduo e a melhor indicação para o alívio da dor é o procedimento cirúrgico (LIEBERMAN, DUDENEY, *et al.*, 2001; GANGI, GUTH, *et al.*, 2003; LEDLIE e RENFRO, 2003).

A cirurgia usada para corrigir a fratura por compressão da vértebra é conhecida como cifoplastia (HARSTALL, HEINI, *et al.*, 2005). Este procedimento é utilizado para inserir cimento cirúrgico na vértebra lesionada com o objetivo de preencher a parte porosa e enfraquecida e então fortalecer a vértebra e aliviar a dor (LEDLIE e RENFRO, 2003). Esta cirurgia é minimamente invasiva e usualmente feita com duas incisões. Durante o processo, o cirurgião usa um Arco-C para guiar a entrega do cimento através de imagens radiográficas em tempo real. Apesar dos benefícios serem justificáveis, o uso do equipamento de raios X sempre traz preocupação em relação a dose no paciente e na equipe médica. Estudos envolvendo cifoplastia e vertebroplastia, tanto computacional e experimental, têm sido desenvolvidos para quantificar a dose de radiação relacionada a esta prática (PERISINAKIS, DAMILAKIS, *et al.*, 2004; HARSTALL, HEINI, *et al.*, 2005; MROZ, YAMASHITA, *et al.*, 2006; ORTIZ, NATARAJAN, *et al.*, 2006; BOSZCZYK, BIERCHNEIDER, *et al.*; SCHNEIDER, CLAUSEN, *et al.*, 2014; PANIZZA, BARBIERI, *et al.*, 2014; LONJON, CORRE, *et al.*, 2016).

Seibert, em 2004, fez uma revisão de literatura e observou que poucos estudos envolvendo o tema vertebroplastia e cifoplastia trazem uma relevante discussão para doses de radiação. Ele enfatiza que a maioria dos artigos e trabalhos publicados nesta área não são em revistas de radiologia e então existe uma grande possibilidade dos procedimentos não seguirem uma metodologia adequada (SEIBERT, 2004).

Panizza *et al.*, em 2014, desenvolveram um trabalho avaliando 20 pacientes que foram submetidos a cirurgia de cifoplastia. Neste trabalho, o PKA (Produto Kerma Área) foi medido experimentalmente e um software computacional (PCXMC) foi utilizado para calcular a dose efetiva. Eles avaliaram duas técnicas de entrega do cimento cirúrgico: a primeira feita manualmente e a segunda por meio de um sistema automatizado de entrega de cimento (CDS). Devido as diferenças no tempo de exposição, a diferença na dose efetiva para o paciente foi de 90% entre as técnicas adotadas (PANIZZA, BARBIERI, *et al.*, 2014). Este aumento de dose

efetiva é porque ao utilizar o CDS o tempo de exposição da cirurgia aumenta promovendo mais dose no paciente.

Schils et al., em 2013, avaliaram as doses de radiação para cirurgiões que usam o CDS. Foi observado que as doses de radiação nos dedos, pulso e perna foram reduzidas em mais de 80% para os cirurgiões que usam o CDS, permitindo trabalhar muito abaixo do limite anual de dose (SCHILS, SCHOOJANS e STRUELENS, 2013).

O método Monte Carlo tem sido usado na área de radiologia diagnóstica para avaliar dose de radiação para feixe primário e radiação espalhada (MAH, HE, *et al.*, 2011; CHAN e DOI, 1983). Recentemente, cenários computacionais reais foram desenvolvidos para representar melhor as características desta prática e assim, estimar com mais confiança os valores das doses de radiação (SANTOS, CARVALHO, *et al.*, 2014; SANTOS, NEVES, *et al.*, 2015; SANTOS, GALEANO, *et al.*, 2016; SANTOS, GALEANO, *et al.*, 2017).

1.1.Objetivo

O objetivo deste trabalho foi calcular os coeficientes de conversão expressos na forma de dose equivalente, dose efetiva e risco de indução de câncer normalizados pelo PKA para pacientes e cirurgiões ortopédicos durante a cirurgia de fratura por compressão da vértebra.

Devido à possibilidade de detalhamento na construção do arquivo de entrada do MCNPX, os cenários modelados aproximaram-se ao máximo das características reais da prática clínica. Neste trabalho, foram realizadas simulações considerando 7 espectros energéticos (60 kVp a 120 kVp em passos de 10 kVp) e duas projeções radiográficas utilizadas no procedimento (projeção Antero Posterior - **AP** e projeção Latero Lateral - **LL**). Além disso, a influência nos CCs devido à presença e a ausência de alguns elementos do cenário foram estudadas, como a mesa de cirurgia, os equipamentos de proteção individual e o saíote plumbífero do arco C.

1.1.1. Objetivos específicos

- Calcular os coeficientes de conversão H_T/PKA , E/PKA e RC/PKA para pacientes em cirurgia de cifoplastia considerando cenários com e sem a mesa cirúrgica.
- Calcular os coeficientes de conversão H_T/PKA , E/PKA e RC/PKA para cirurgiões que utilizam ou não o equipamento de proteção e em cirurgia de cifoplastia.

2. Fundamentação teórica

2.1. Produção de raios X

Em radiodiagnóstico, os raios X são produzidos em um tubo evacuado e sua produção é iniciada a partir do aquecimento de um filamento de tungstênio que, por efeito termiônico, cria uma nuvem de elétrons ao seu redor (BUSHBERG, SEIBERT, *et al.*, 2012). Uma diferença de potencial é aplicada fazendo com que os elétrons colidam fortemente contra um metal de número atômico alto. A forte desaceleração de partículas carregadas, neste caso os elétrons, próximo a um núcleo atômico faz com que raios X de freamento sejam emitidos. Outro tipo de raios X, inerente a este processo, ocorre quando há colisão do feixe de elétrons com os elétrons do átomo, estes são os raios X característicos. Esses raios X são emitidos quando há uma transição de um elétron de um nível mais externo para um mais interno. Essa transição é possível devido às vacâncias mais internas geradas pelos elétrons que são arrancados do material alvo no processo de colisão (BUSHBERG, SEIBERT, *et al.*, 2012). A Figura 1 mostra comportamento contínuo e discreto dos espectros de raios X.

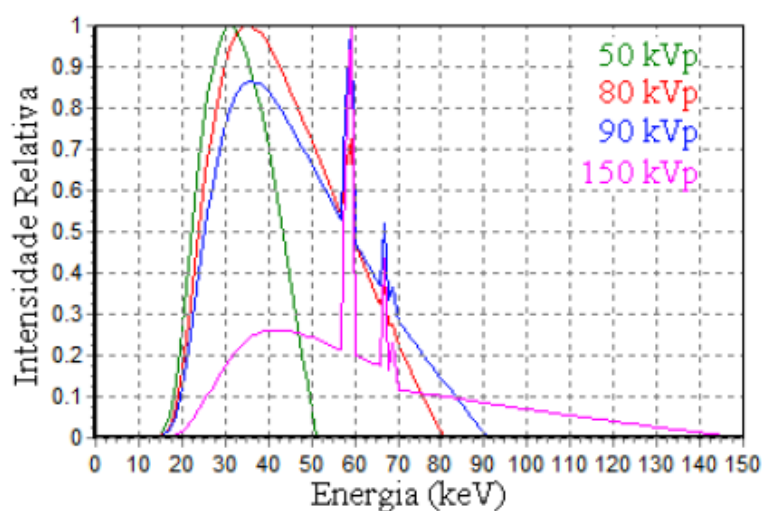


Figura 1: Espectros de raios X gerados pelo software SPECGEN (TUCKER, BARNES e HAKRABORTY, 1991)

2.2. Interação do fóton com a matéria

Os fótons não possuem massa e nem carga elétrica e, por essas características, existe uma maior facilidade desta radiação penetrar a matéria. Além de poder penetrar totalmente o meio sem interagir, os fótons ainda podem ser espalhados ou absorvidos. A interação do fóton com a matéria pode ocorrer de diversas maneiras e depende, basicamente, da energia, da composição e da densidade do material. Para a faixa de energia utilizada neste trabalho, foram estudados três efeitos: Espalhamento Rayleigh, Efeito Fotoelétrico e Efeito Compton. (BUSHBERG, SEIBERT, *et al.*, 2012; TURNER, 2007)

2.2.1. Espalhamento Rayleigh

Esta interação ocorre para fótons de baixas energias (15 a 30 keV). O fóton interage com os elétrons ligados do átomo fazendo com que todos os elétrons oscilem em fase. O evento é elástico de tal forma que o fóton não perde sua energia, mas é espalhado através de um pequeno ângulo θ como mostra a Figura 2 (IAEA, 2005). Como não ocorre ionização, este efeito não contribui para a dose, porém pode ser prejudicial para a qualidade da imagem (BUSHBERG, SEIBERT, *et al.*, 2012; ATTIX, 1986).

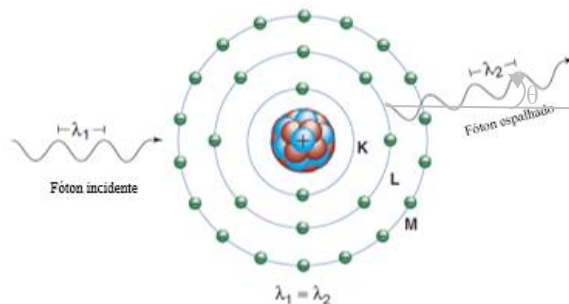


Figura 2: Esquema representativo do efeito Rayleigh. Adaptado (BUSHBERG, SEIBERT, *et al.*, 2012)

A seção de choque do espalhamento Rayleigh foi desenvolvida empiricamente e pode ser expressa pela equação 1 (ATTIX, 1986; PODGORSK, 2005).

$$a\sigma_R \propto \frac{Z^2}{(h\nu)^2} \quad (1)$$

Na equação 1, observa-se que a seção de choque do efeito Rayleigh é proporcional a z (número atômico) e inversamente proporcional à $h\nu$ (energia do fóton).

2.2.2. Efeito Fotoelétrico

Este processo ocorre predominantemente para fóton de baixa energia que, interagindo com um elétron, cede toda sua energia. O elétron que recebe a energia é emitido do átomo e sua energia cinética é a diferença entre a energia inicial do fóton incidente e a energia de ligação do elétron. (BUSHBERG, SEIBERT, *et al.*, 2012). A relação que define o efeito pode ser representada pela equação 2.

$$K_{el\acute{e}tron} = E_{f\acute{o}ton} - E_{ligação} \quad (2)$$

Onde, $K_{el\acute{e}tron}$ é a energia cinética do elétron, $E_{f\acute{o}ton}$ é a energia do fóton incidente e $E_{ligação}$ é a energia de ligação do elétron removido.

Quando um elétron é removido do átomo, uma vacância é gerada e assim um outro elétron de nível mais externo pode ocupar essa vacância. Ao ocupar essa vacância, por compensação energética, o átomo libera energia. Essa energia pode ser emitida na forma de fóton como mostra a Figura 3.

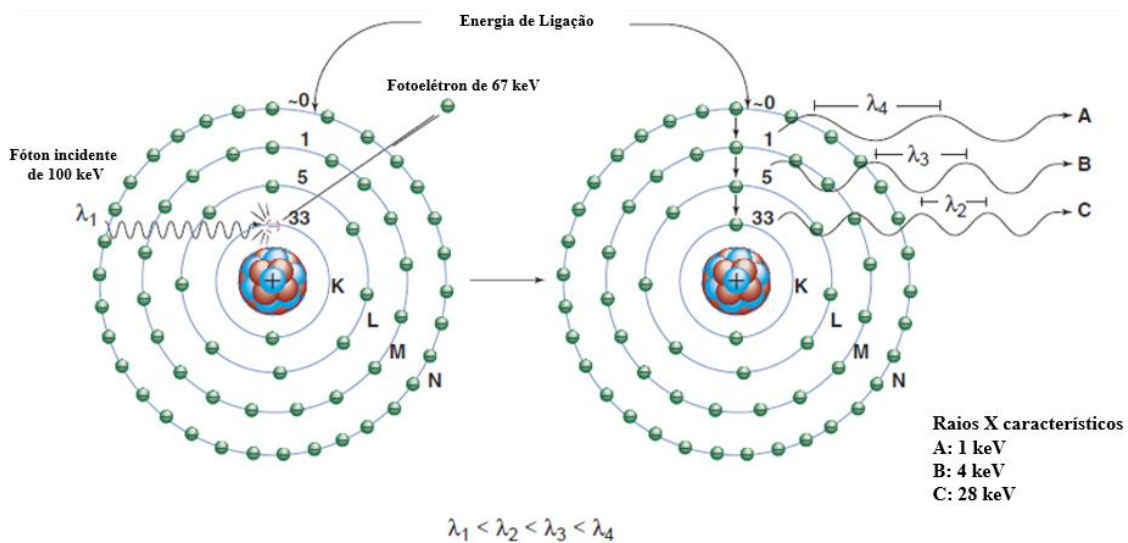


Figura 3: Esquema representativo do efeito fotoelétrico. (BUSHBERG, SEIBERT, *et al.*, 2012).

O átomo também pode emitir um elétron gerando assim duas vacâncias no mesmo nível eletrônico e esse elétron emitido é conhecido como elétron Auger, como mostra o esquema da Figura 4.

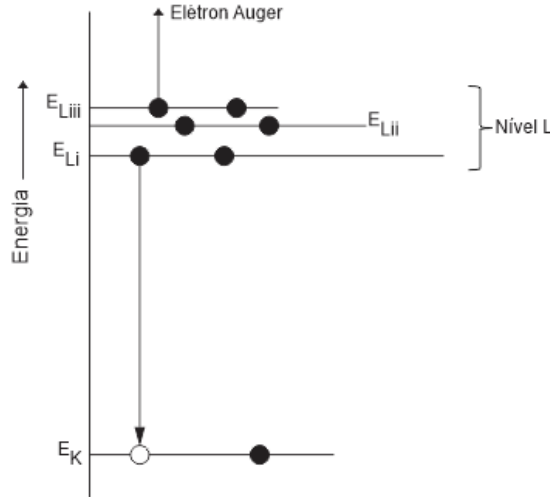


Figura 4: Representação de uma transição eletrônica que resulta em emissão de elétron Auger. Adaptação de (TURNER, 2007)

No exemplo da Figura 4, a energia do elétron Auger é definido pela equação 3 (TURNER, 2007).

$$K_{e^{-}Auger} = E_K - E_{Li} - E_{LiII} \quad (3)$$

Onde, $K_{e^{-}Auger}$ é a energia cinética do elétron Auger, E_K é a energia do elétron no nível K e E_{Li} e E_{LiII} são as energias dos elétrons nos subníveis L_i e L_{iII} , respectivamente.

Não há uma expressão bem definida para a seção de choque do efeito fotoelétrico, porém, existem estudos que mostram o comportamento deste efeito em diversos materiais. Por meio de informações experimentais e interpolações conseguiram-se expressões que descrevem satisfatoriamente a seção de choque para este efeito (ATTIX, 1986).

A equação 4 foi desenvolvida com base em resultados experimentais.

$$a^{\tau} \cong k \frac{Z^n}{(h\nu)^m} \quad (4)$$

Para fótons de energia de até 0,1 MeV, onde o efeito fotoelétrico é mais relevante, os valores de n e m são respectivamente 4 e 3, como mostra a equação 5.

$$a^{\tau} \cong k \frac{Z^4}{(h\nu)^3} \quad (5)$$

Através da equação 5, pode-se observar que a seção de choque é proporcional ao número atômico (Z) do material e inversamente proporcional a energia dos fótons ($h\nu$) (TURNER, 2007). Na equação 5, k é a constante eletrostática.

2.2.3. Efeito Compton

O efeito Compton é o mais abundante na faixa do radiodiagnóstico. O fóton interage com o elétron mais externo do átomo cedendo parte de sua energia. Neste efeito o elétron é ejetado do átomo e o fóton é desviado por um ângulo θ (KNOLL, 2000).

A descrição matemática do efeito Compton parte do princípio da conservação de energia e de momento. Este efeito é mostrado na Figura 5. As equações 6 e 7 descrevem as considerações iniciais para conservação de momento e a equação 8 para conservação de energia (TURNER, 2007).

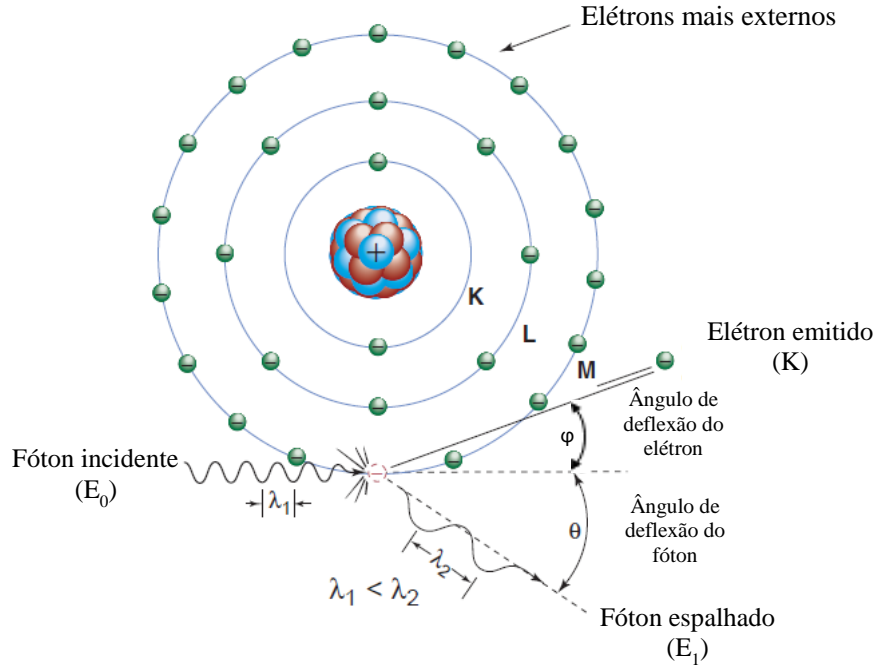


Figura 5: Esquema representativo do efeito Compton. Adaptado (BUSHBERG, SEIBERT, *et al.*, 2012)

A conservação de momento é representada pelas equações que segue

$$p_0 = p_1 \cos \theta + p \cos \varphi \quad (6)$$

Na equação 6, p_0 é o momento inicial do fóton antes da colisão, pela Figura 5 observa-se que o momento antes da colisão é apenas no sentido positivo do eixo horizontal. Após a colisão os termos $p_1 \cos \theta$ e $p \cos \varphi$ são provenientes do momento do fóton e do elétron após a colisão no eixo horizontal, respectivamente.

$$p_1 \sin \theta = p \sin \varphi \quad (7)$$

Na equação 7 é apresentado a conservação de momento no eixo vertical onde $p_1 \sin \theta$ é o momento do fóton na direção vertical e $p \sin \varphi$ é o momento do elétron no eixo vertical. Observe que antes da colisão não momento nesta direção.

A conservação de energia é representada pela equação 8

$$E_0 - E_1 = K \quad (8)$$

Na equação 8, E_0 é a energia inicial do fóton, E_1 é a energia final do fóton e K é a energia cinética do elétron.

Desenvolvendo as equações é possível determinar a energia do fóton após a colisão em função do ângulo e consequentemente a energia cinética do elétron. As equações 9 e 10 mostram o resultado destes cálculos:

$$E_1 = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0}{m_e c^2} (1 - \cos \theta)}, \quad m_e c^2 \text{ é a energia de repouso do elétron} \quad (9)$$

$$K = E_0 - \frac{E_0}{1 + \frac{E_0}{m_e c^2} (1 - \cos \theta)}, \quad m_e c^2 \text{ é a energia de repouso do elétron} \quad (10)$$

Por meio destas expressões é fácil observar que conhecendo o ângulo θ , é possível calcular as energias finais do fóton e do elétron. Ainda em relação ao ângulo de espalhamento do fóton, à medida que θ se aproxima de 0° , a energia do fóton espalhado se aproxima da energia do fóton antes da colisão, diminuindo a energia cinética do elétron ejetado.

Em relação à seção de choque do efeito Compton, diferentemente do efeito fotoelétrico, a probabilidade de ocorrência do efeito Compton é representada por uma equação bem definida, e foi desenvolvida por Klein-Nishina (ATTIX, 1986). A equação 11 é a diferencial da seção de choque do efeito Compton em relação a diferencial para todos os ângulos sólidos, também conhecida como diferencial da seção de choque de espalhamento (TURNER, 2007; KNOLL, 2000).

$$\frac{d_e \sigma}{d\Omega} = \frac{k_0^2 e^4}{2m^2 c^4} \left(\frac{v'}{v}\right)^2 \left(\frac{v}{v'} + \frac{v'}{v} - \sin^2 \theta\right) \quad (11)$$

Na equação 11, v e v' é a frequência do fóton antes e depois da colisão, respectivamente, θ é o ângulo de espalhamento do fóton e k_0, e, m e c é a constante eletrostática, carga do elétron, massa do elétron e velocidade da luz, respectivamente. Integrando a equação 11, obtemos a seção de choque atômica (equação 12),

$$\sigma_e = 2\pi \int \frac{d_e\sigma}{d\Omega} \sin\theta d\theta \quad (12)$$

2.2.4. Atenuação de raios X na matéria

Os efeitos Rayleigh, Fotoelétrico e Compton, além de outros, são a causa do processo de atenuação dos fótons na matéria. No intervalo energético do radiodiagnóstico, os efeitos mais importantes são os três citados. A Figura 6 mostra um gráfico de coeficiente mássico de atenuação por energia para tecido mole.

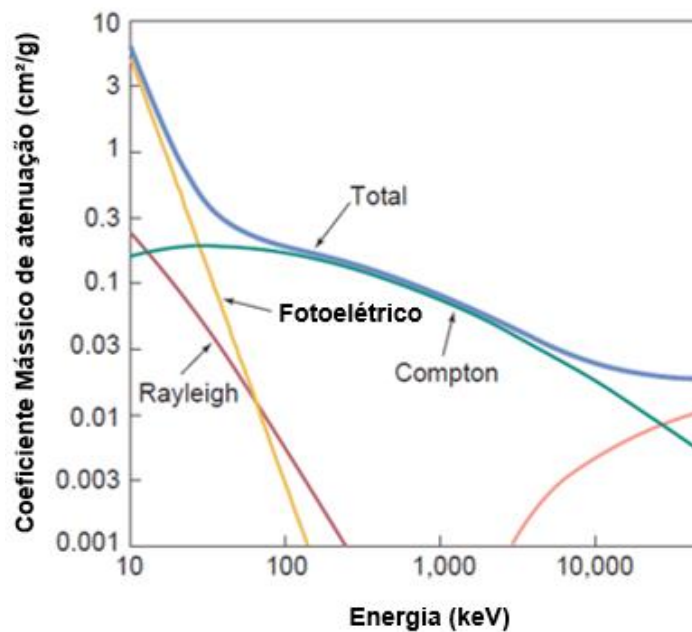


Figura 6: Coeficiente mássico de atenuação para tecido mole. Adaptado (BUSHBERG, SEIBERT, *et al.*, 2012)

Neste gráfico é possível observar a probabilidade de ocorrência da interação de fótons com o tecido mole, e os principais efeitos que os fótons promovem ao interagir com a matéria. O efeito Rayleigh possui uma probabilidade muito baixa de ocorrência, mesmo considerando a faixa de energia do radiodiagnóstico. O efeito Fotoelétrico domina o processo de atenuação, considerando uma baixa energia (<26 keV) e o número atômico para tecido mole ($Z=7$). Para energias maiores e baixo número atômico, o efeito Compton predomina (BUSHBERG, SEIBERT, *et al.*, 2012).

2.3. Grandezas dosimétricas

As grandezas dosimétricas surgem a fim de quantificar as exposições humanas à radiação, objetivando estabelecer normas e organizar a proteção radiológica. As grandezas dosimétricas foram organizadas em três grupos: as grandezas físicas, grandezas de proteção e grandezas operacionais (OKUNO e YOSHIMURA, 2010).

A Figura 7 mostra um resumo das grandezas dosimétricas.

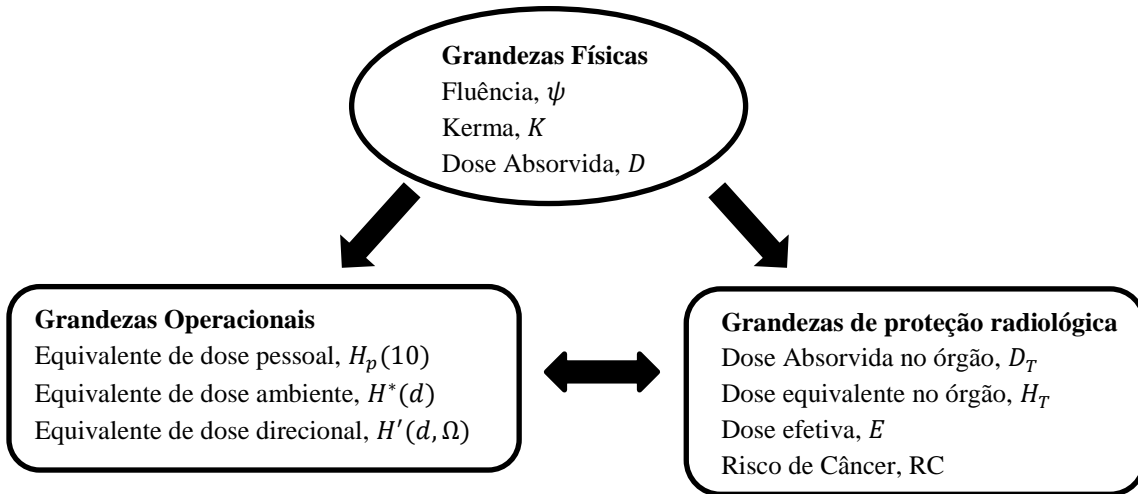


Figura 7: Grandezas dosimétricas. Adaptado (OKUNO e YOSHIMURA, 2010)

Neste trabalho, as grandezas kerma, dose absorvida, dose equivalente e dose efetiva serão estudadas nos tópicos seguintes. Além do produto kerma-área e a grandeza conhecida como risco de câncer.

2.3.1. Kerma

O kerma (**K**inetic **E**nergy **R**elased per unit of **M**ass) é uma grandeza física que relaciona a energia cinética transferida para as partículas carregadas (dE_{tr}) geradas a partir da interação da radiação indiretamente ionizante em uma determinada massa (dm) (OKUNO e YOSHIMURA, 2010). Esta relação é mostrada na equação 13.

$$k = \frac{dE_{tr}}{dm} \quad (13)$$

A unidade do kerma é J/kg que na proteção radiológica é conhecida como Gray (Gy) (ICRP 89, 2002).

A grandeza kerma pode ser dividida em duas componentes, o kerma de colisão (k_{col}) e o kerma de radiação (k_{rad}), seu valor total é a soma destas duas componentes como mostra a equação 14. O kerma de colisão é a parte que considera a perda de energia através das interações colombianas com os elétrons de átomos próximos. Neste processo são geradas novas ionizações e excitações no meio. O kerma de radiação é a parte responsável pela perda energética por meio das interações radiativas e a depender da energia do elétron pode ocorrer uma forte desaceleração nas proximidades de núcleos gerando raios X de freamento (IAEA, 2005)

$$k = k_{col} + k_{rad} \quad (14)$$

2.3.2. Produto Kerma-Área (PKA)

Essa grandeza foi estabelecida para criar níveis de referência principalmente em procedimentos que utilizam imagens em tempo real. Por meio dela, é possível calcular a dose acumulada durante um procedimento de fluoroscopia e assim ser útil para avaliar os níveis de doses alcançadas que podem gerar efeitos determinísticos, especialmente na pele. O dispositivo capaz de medir o PKA é uma câmara de ionização posicionada após o colimador e varia com a abertura do mesmo na saída do tubo (BUSHBERG, SEIBERT, *et al.*, 2012). O PKA é calculado pela integral do kerma em uma área (A) e sua unidade é $Gy.cm^2$.

$$P_{KA} = \int K_{ar}(A)dA \quad (15)$$

O termo utilizado K_{ar} é para indicar o meio em que o kerma está sendo medido. Assim, em radiodiagnóstico, o ar costuma ser o volume sensível das câmaras de ionização.

2.3.3. Dose Absorvida

A dose absorvida é a grandeza que considera toda a energia da radiação depositada (dE_{ab}) em uma determinada massa (dm), sua representação está na forma da equação 16 (OKUNO e YOSHIMURA, 2010).

$$D = \frac{dE_{ab}}{dm} \quad (16)$$

A unidade utilizada para esta grandeza é o Gray (Gy) que no sistema internacional pode ser representado por J/Kg (ICRP 103, 2007).

2.3.4. Equilíbrio Eletrônico

O kerma, por definição, é a energia cinética inicial transferida às partículas carregadas a partir de uma radiação indiretamente ionizante a um meio e a dose absorvida é a energia absorvida proveniente de radiação ionizante em um determinado meio. Quando toda esta energia cinética transferida as partículas carregadas é absorvida localmente, temos uma condição de equilíbrio eletrônico (equação 17).

$$D = \frac{dE_{ab}}{dm} \cong \frac{dE_{tr}}{dm} = K \quad (17)$$

Nessa situação, entende-se que todas as partículas que entram no volume de interesse devem ser idênticas as que saem do volume de interesse. A Figura 8 mostra como ocorre o equilíbrio eletrônico. Para casos de maiores energias, o kerma de radiação faz com que parte da energia não seja depositada localmente e então a dose absorvida não será apenas devido às ionizações primárias. Para feixe de fótons utilizados para diagnóstico, o equilíbrio eletrônico está sempre presente, e toda a energia absorvida é devido à energia cinética dos elétrons primários formados. (IAEA, 2005; PODGORSK, 2005).

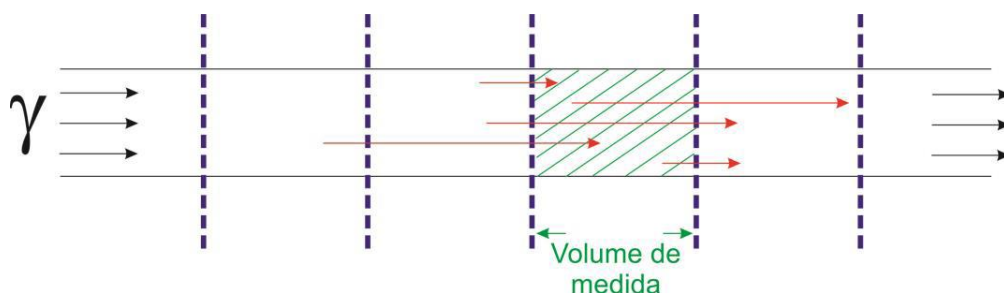


Figura 8: O equilíbrio eletrônico ocorre na parte hachurada da figura.

2.3.5. Dose Equivalente do tecido e do órgão

A dose equivalente é uma grandeza de proteção. Ele serve para avaliar os limites das doses nos órgãos e tecidos. Esta grandeza é calculada a partir da dose absorvida no órgão ($D_{T,R}$) e um fator de ponderação (w_R) relacionado ao tipo de radiação que promoveu a deposição energética (equação 18) (ICRP 103, 2007; OKUNO e YOSHIMURA, 2010).

$$H_T = \sum_R w_R \cdot D_{T,R} \quad (18)$$

A Tabela 1 mostra um resumo dos fatores de ponderação da radiação.

Tabela 1: Fator de ponderação relacionado com os tipos de radiação (ICRP 103, 2007)

Tipo de radiação	Peso da radiação, w_R
Fótons	1
Elétrons e Múons	1
Prótons e Píons carregados	2
Partículas alfa, Fragmentos de fissões e íons pesados	20

2.3.6. Dose Efetiva

Do mesmo modo que a dose equivalente, a dose efetiva é uma grandeza de proteção que leva em consideração a dose em vários órgãos do corpo. Essa grandeza é muito útil para avaliar os limites associados aos efeitos cancerígenos da radiação ionizante. Para o cálculo da mesma, é necessário levar em consideração a dose equivalente (H_T) e o fator de radiosensibilidade do órgão ou tecido (w_T). Esse fator de

ponderação foi definido a partir de estudos epidemiológicos (ICRP 103, 2007), nos quais observou-se que está intimamente relacionado ao grau de diferenciação e à atividade mitótica das células que constituem os órgãos ou tecidos (OKUNO e YOSHIMURA, 2010).

A equação 19 mostra como a ICRP define a dose efetiva (E) e a Tabela 2 define os fatores de radiosensibilidade (ICRP 103, 2007).

$$E = \sum_T w_T \cdot H_T \quad (19)$$

Tabela 2: Fatores de ponderação relacionado com a radiosensibilidade dos órgãos (ICRP 103, 2007)

Órgão ou Tecido	w_T	$\sum w_T$
Medula vermelha, intestino grosso, pulmão, estômago, mama, tecidos remanescente*	0,12	0,72
Gônadas	0,08	0,08
Bexiga, esôfago, fígado, tireóide	0,04	0,16
Endosteo (superfície óssea), cérebro, glândulas salivares, pele	0,01	0,04

*Tecidos remanescentes: Adrenais, região extratorácica, vesícula biliar, coração, rins, tecidos linfáticos, músculo, mucosa oral, pâncreas, próstata, intestino delgado, baço e timos.

2.3.7. Risco de Câncer

A dose efetiva não leva em consideração a idade e o sexo dos indivíduos expostos, ou seja, as diferenças entre as radiosensibilidades de pacientes pediátricos, jovens, adultos e entre mulheres e homens. Neste sentido, foram realizados vários estudos sobre o risco de indução de câncer devido a exposição a radiação ionizante no campo da radioterapia e do radiodiagnóstico, por exemplo, na radiologia intervencionista e na tomografia computadorizada (BRENNER, 2008; SAMARA, AROUA, *et al.*, 2012; EINSTEIN, HENZLOVA e RAJAGOPALAN, 2007). A vantagem mais importante da utilização do risco efetivo de câncer é levar em consideração a idade dos indivíduos expostos e as diferentes sensibilidades dos órgãos e tecidos entre os diferentes gêneros. Brenner e Huda, em 2008, questionaram o uso do termo dose efetiva comumente aplicado em física das radiações ionizantes e propuseram o cálculo de risco de câncer baseados em fatores fornecidos pelo comitê BEIR VII (NACIONAL RESEARCH COUNCIL, 2006). Segundo esses estudos, é fortemente recomendada a estimativa do risco efetivo de câncer devido à exposição à radiação (BRENNER, 2008; BRENNER e HUDA, 2008).

Na literatura, há duas metodologias aceitas para o cálculo de risco de câncer. A primeira utiliza os coeficientes de risco de câncer da ICRP 103 (ICRP 103, 2007). A segunda foi desenvolvida por Brenner e Huda (2008), os quais sugerem que o cálculo de risco de câncer seja feito diretamente a partir da dose equivalente (BRENNER e HUDA, 2008; NACIONAL RESEARCH COUNCIL, 2006).

Os fatores de risco da ICRP são mostrados na Tabela 3, desenvolvida com base em estudos em animais e dados epidemiológicos em risco de câncer em humanos (ICRP 103, 2007). Estes fatores são utilizados como um fator multiplicativo na dose equivalente e efetiva, adquirindo assim o risco de câncer por órgão e o risco de desenvolvimento de qualquer tipo de câncer.

Tabela 3: Coeficientes de risco nominal para cálculo de risco de câncer por órgão utilizados pela ICRP. Adaptado (ICRP 103, 2007).

Tecido	Coeficiente de risco nominal (10.000 pessoas por Sv)
Esôfago	15
Estômago	79
Cólon	65
Fígado	30
Pulmão	114
Osso	7
Pele	1000
Mama	112
Ovário	11
Bexiga	43
Tireoide	33
Medula Vermelha	42
Outros Órgãos	144
Gônadas (Hereditário)	20
Risco para qualquer tipo de câncer	$5,5 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$

Brenner e Huda sugerem a utilização da equação 20 para o cálculo do risco de câncer. Esta grandeza ficou conhecida como risco efetivo. Os fatores de ponderação (r_T) da equação são os mostrados na Tabela 4 (BRENNER e HUDA, 2008).

$$R = \sum_T r_T \cdot H_T \quad (20)$$

Tabela 4: Fatores de risco de câncer de acordo com BEIRVII. Risco de morte por câncer por órgão (número de mortes por 10^6 pessoas expostas a 10 mGy). (NACIONAL RESEARCH COUNCIL, 2006)

Local do Câncer	Coeficiente de Risco de Câncer										
	0	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80
Macho											
Estômago	41	34	30	25	21	16	15	13	11	8	4
Cólon	163	139	117	99	84	61	60	57	49	36	21
Fígado	44	37	31	27	23	16	16	14	12	8	4
Pulmão	318	264	219	182	151	107	107	104	93	71	42
Próstata	17	15	12	10	9	7	6	7	7	7	5
Bexiga	45	38	32	27	23	17	17	17	17	15	10
Outros	400	255	200	162	134	94	88	77	58	36	17
Todos os órgãos	1028	781	641	533	444	317	310	289	246	181	102
Leucemia	71	71	71	70	67	64	67	71	73	69	51
Todos os cânceres	1099	852	712	603	511	381	377	360	319	250	153
Fêmea											
Estômago	57	48	41	34	29	21	20	19	16	13	8
Cólon	102	86	73	62	53	38	37	35	31	25	15
Fígado	24	20	17	14	12	9	8	8	7	5	3
Pulmão	643	534	442	367	305	213	212	204	183	140	81
Mama	274	214	167	130	101	61	35	19	9	5	2
Útero	11	10	8	7	6	4	4	3	3	2	1
Ovário	55	47	39	34	28	20	20	18	15	10	5
Bexiga	59	51	43	36	31	23	23	22	22	19	13
Outros órgãos	491	287	220	179	147	103	97	86	69	47	24
Todos os órgãos	1717	1295	1051	862	711	491	455	415	354	265	152
Leucemia	53	52	53	52	51	51	52	54	55	52	38
Todos os cânceres	1770	1347	1104	914	762	542	507	469	409	317	190

2.4.Arco-C e Medidor de PKA

O arco cirúrgico (Arco-C) é um equipamento emissor de raios X que foi desenvolvido para a aquisição de imagens radiográficas em tempo real. A sua principal função é auxiliar os médicos durante a cirurgia, por exemplo, na manipulação de instrumentos dentro do corpo e na visualização do posicionamento de estruturas do corpo para o devido ajuste (BUSHBERG, SEIBERT, *et al.*, 2012).

Como toda prática que envolve o uso de radiação ionizante, existe uma dose proveniente da radiação utilizada. Assim, torna-se necessário um controle dos níveis de dose de radiação em cada procedimento. Para a avaliação desta dose relacionada a esta prática, utiliza-se o medidor de PKA (Produto Kerma-Área). Para se medir o PKA, é utilizado uma câmara de ionização de transmissão de placas paralelas (IAEA 457, 2007). Esses medidores costumam vir acoplados em equipamentos utilizados em procedimentos intervencionistas e têm o objetivo de medir o kerma no ar na saída do tubo de raios X, no volume da área da câmara (ver Figura 9).

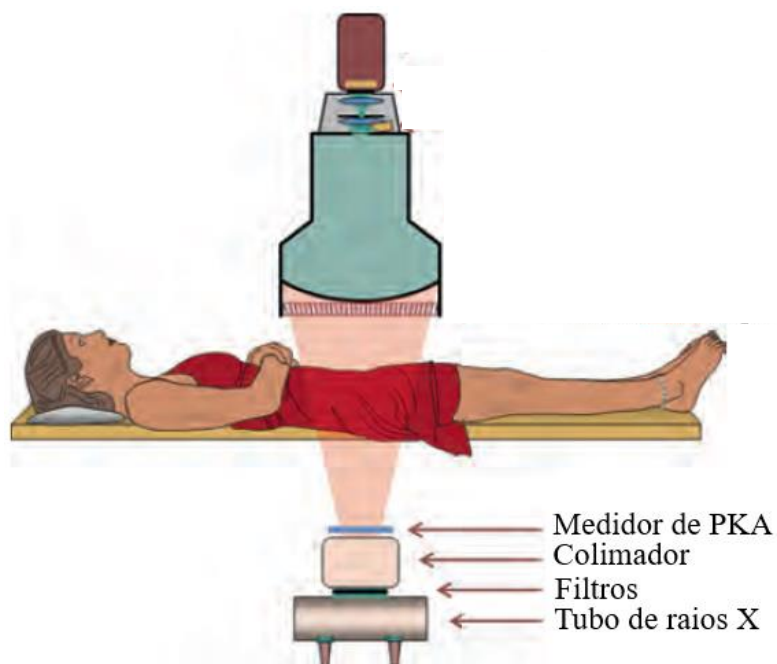


Figura 9: Principais partes de um arco cirúrgico. Adaptado (BUSHBERG, SEIBERT, *et al.*, 2012)

O fato dos medidores estarem acoplados impossibilita a sua calibração individual em laboratório, tornando necessária a calibração do medidor no próprio equipamento. Isto faz com que se mantenha as características específicas das condições onde o equipamento é utilizado (TOROI, KOMPPA e KOSUNEN, 2008). Quando necessário, é utilizada uma câmara de ionização devidamente calibrada para a realização

dos testes de controle de qualidade. Pela dificuldade de calibração, as câmaras embutidas nos equipamentos não costumam ser confiáveis na realização de medidas de PKA.

O PKA, em condições ideais, é o mesmo ao longo do feixe. Assim, o PKA medido na saída do tubo é o mesmo que incide no paciente. Para dosimetria, o uso do PKA permite a medição da energia depositada no paciente, independentemente da direção do feixe, da área irradiada e da distância foco-pele (IAEA 457, 2007).

Nessa prática há uma grande variação da posição do paciente, técnica, projeção, entre outros parâmetros. Sem depender da variação, o medidor de PKA fornece o valor da dose acumulada. Essa medida é muito útil para verificação de efeitos determinísticos, além de ser utilizada como referência em casos de muito tempo de exposição e/ou alto valor de dose acumulada (BUSHBERG, SEIBERT, *et al.*, 2012).

2.5.Simuladores antropomórficos computacionais

Simuladores antropomórficos possuem, por definição, características anatômicas semelhantes a de um ser humano. Na física médica, esses simuladores são utilizados porque são os que melhor representam o posicionamento dos órgãos e tecidos do corpo humano. Em âmbito computacional, os simuladores virtuais podem ser classificados como simuladores matemáticos, voxel, NURB's e mesh.

3.4.1 Simuladores matemáticos

Os simuladores matemáticos virtuais são elaborados a partir de figuras geométricas (esferas, elipsoides, cilindros, etc), organizadas de tal forma que conseguem descrever os órgãos e os tecidos humanos. O primeiro simulador antropomórfico matemático utilizado para dosimetria computacional foi desenvolvido no Oak Ridge National Laboratory e ficou conhecido por MIRD - **M**edical **I**nternal **R**adiation **D**osimetry **C**ommitte. (STABIN, WATSON, *et al.*, 1995)

O MIRD foi aperfeiçoado por Snyder et al., em 1974, com o objetivo de ajustar-se a valores de referências da ICRP 23 (ICRP 23, 1974) e, posteriormente, por Kramer et al, em 1982, construindo uma versão masculina e feminina do MIRD. A Figura 10 mostra os simuladores ADAM e EVA construídos com base no MIRD por Kramer et al, 1982.

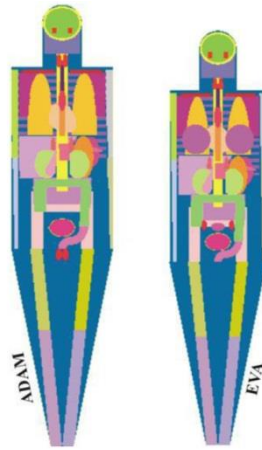


Figura 10: ADAM e EVA, simuladores antropomórficos matemáticos. (KRAMER, ZANKL, *et al.*, 1982)

3.4.2 Simuladores voxel

Os simuladores voxel são gerados a partir de imagens médicas do corpo humano (tomografia computadorizada, ressonância, etc) ou por fotografia de cadáveres.

Após a obtenção das imagens de todo o corpo humano, as imagens são carregadas virtualmente. Cada uma dessas imagens é convertida em uma matriz formada por vários pixels, que são as menores unidades da matriz às quais são atribuídos tons de cinza. Quando ocorre o carregamento sequencial das fatias, a espessura das fatias torna-se a terceira dimensão do pixel, que passa a ser chamado de voxel. Os voxels são as menores unidades tridimensionais do simulador. Os diferentes tons de cinza das imagens identificam os órgãos e tecidos do simulador. A Figura 11 mostra o processo de aquisição de um simulador voxealizado.

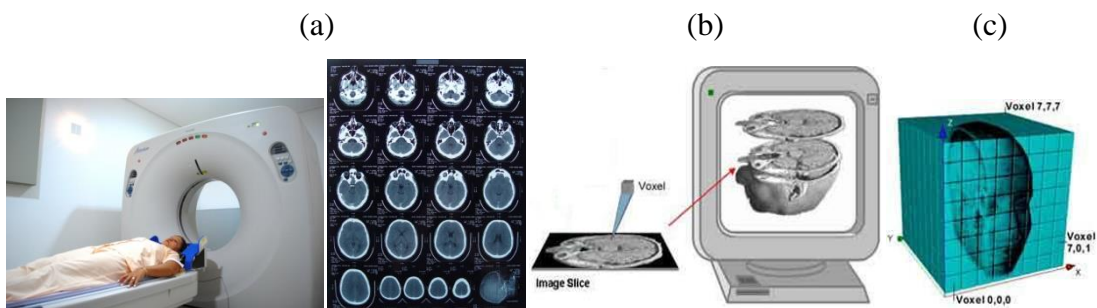


Figura 11: (a) Aquisição das imagens, (b) geração da matriz de tons de cinza, (c) carregamento das matrizes de imagens sequencialmente e aquisição do simulador.

3.4.3 Simuladores NURBS e *mesh*

Simuladores NURBS (Non Uniform Rational B-Spline) e *mesh* são aqueles que são gerados a partir de softwares de computação gráfica. Esses programas permitem modelar o órgão de interesse da forma que se desejar, ajustando suas dimensões e volume para que se aproximem dos valores de referência. Esses recursos permitem que um simulador existente (matemático ou voxel) seja melhorado para alcançar valores anatômicos de referência, e também permite que um simulador seja desenvolvido na forma ideal.

Mais especificamente, um simulador carregado em um programa que faz uso de superfícies NURBS, permite a alteração e/ou suavização da morfologia dos órgãos e tecidos com facilidade, alterando suas características anatômicas.

As superfícies *mesh* são grupos de vértices, arestas e faces distribuídos de maneira uniforme sobre o objeto 3D. A manipulação desses grupos faz com que seja alcançada a adequação anatômica desejada e, desta forma, as superfícies *mesh* permitem que o simulador seja elaborado em geometrias muito complexas. A Figura 12 mostra um exemplo de simulador em NURBS e *mesh*.

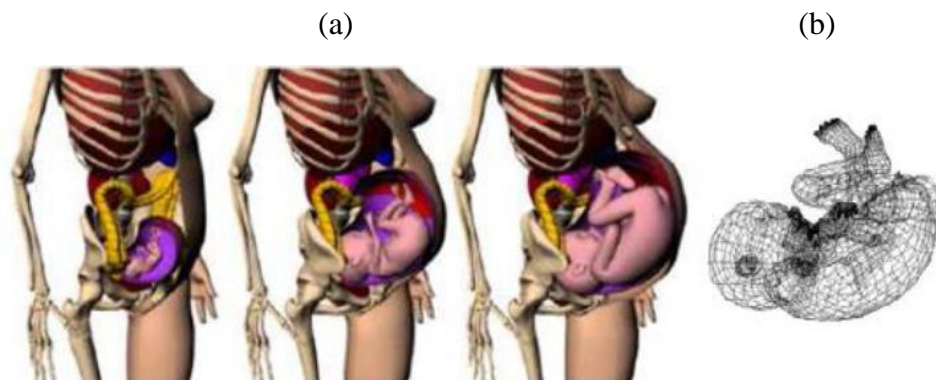


Figura 12: (a) ajuste no abdômen através de superfícies NURBS em uma mulher grávida e (b) simulador de um feto criado a partir de superfícies *mesh*. (XU, TARANENKO, *et al.*, 2007)

Além dos simuladores poderem ser simplesmente melhorados com base em imagens e valores de referências mais realísticos, os softwares também proporcionam que os simuladores sejam totalmente criados, ou seja, criar um novo simulador sem um simulador já existente como base para modificação.

2.6.O método Monte Carlo

Há vários software utilizados para simulador o transporte de radiação através do método Monte Carlo. Os mais utilizados são: MCNPX (PELOWITZ, 2011), PENELOPE (BARÓ, SEMPAU, *et al.*, 1995), GEANT (AGOSTINELLI, 2003), EGS4 (ROGERES, 1984), entre outros. Apesar destes códigos utilizarem o método monte carlo, eles possuem características diferenciadas. Eles podem variar em relação aos modelos utilizados para descrever o transporte da radiação, os tipos de radiação que são considerados no transporte, os limites de energia em cada seções de choque, entre outras. Os códigos computacionais podem ser abertos ou fechados. Quando o código é aberto, o usuário pode alterar o arquivo fonte e as bibliotecas do programa, já o código fechado o usuário não possui este recurso.

O transporte da radiação possui uma grande quantidade de fenômenos aleatórios associados, como colisões, perda energética, variação angular, etc. Assim, uma vez que se consiga descrever esses processos em FDP, o Monte Carlo torna-se muito útil para a área das radiações ionizantes, principalmente na dosimetria computacional.

O método Monte Carlo é um método estatístico que se baseia em três componentes para realizar as simulações. São eles, funções de densidade de probabilidade (FDP), um gerador de números pseudoaleatórios e as técnicas de amostragem. As simulações que utilizam o método Monte Carlo utilizam funções de densidade cumulativa associada com números pseudoaleatórios que geram uma amostra dessas funções (YORIYAZ, 2009).

Uma função de densidade de probabilidade $p(x)$ descreve o comportamento de um sistema e esta função é uma medida da probabilidade para observar x . Para isso:

- (1) $p(x) \geq 0$, ou seja, probabilidade maior ou igual a 0;
- (2) $\int_{x_{min}}^{x_{max}} p(x)dx = 1$, ou seja, como toda função de densidade de probabilidade, sua integral considerando todo o espaço amostral é igual a 1.

A partir de uma função de densidade de probabilidade adequada ao problema é possível calcular a função densidade cumulativa (FDC) $c(x)$, a qual descreve completamente a distribuição de uma variável aleatória x . A equação 21 mostra a função densidade cumulativa (YORIYAZ, 2009)

$$c(x) = \int_{x_{min}}^x p(x)dx \quad (21)$$

Então, na FDC espera-se que para $c(x_{min}) = 0$ e para $c(x_{max}) = 1$.

Para a simulação Monte Carlo é necessário um simulador de números aleatórios que consiga obter números entre 0 e 1 de forma mais randomizada possível. A partir de uma FDP e FDC e geradores de números pseudoaleatórios é possível fazer simulações e observar o comportamento do sistema (YORIYAZ, 2009). Números pseudoaleatórios são gerados a partir de algoritmos matemáticos que fornecem um conjunto de números distribuídos uniformemente entre 0 e 1 e obedecem uma aleatoriedade. Devido a estes números serem gerados a partir de algoritmos matemáticos, eles não são considerados totalmente aleatórios. Cada gerador possui uma frequência associada na qual o número sorteado irá se repetir, por isso os números gerados nestes geradores são conhecidos como pseudoaleatórios. Bons geradores de números pseudoaleatórios são aqueles que possuem altas frequências.

2.6.1. Interação do fóton com a matéria e o método Monte Carlo

Inicialmente, é sorteada a energia, posição e direção com base no espectro e na geometria do problema. Com base na distribuição de Poisson, é calculada a distância até a próxima interação, levando em consideração a densidades do material, seu volume e a geometria do problema. Uma vez que o fóton atinge um material, a seção de choque será verificada para indicar as devidas probabilidades de ocorrência dos possíveis efeitos. Após toda a deposição de energia dos elétrons gerados ou quando a energia de corte do fóton for suficientemente pequena, a história (trajetória da partícula) da partícula é terminada. A Figura 13 mostra o fluxograma que o método Monte Carlo segue no processo de simulação. (PELOWITZ, 2011)

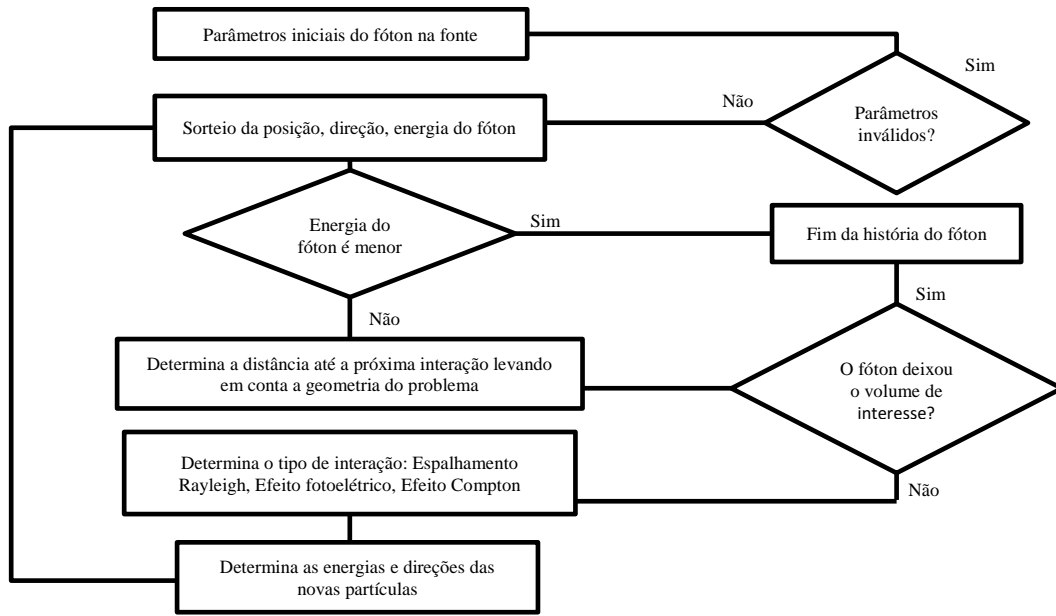


Figura 13: Fluxograma transporte do fóton pelo método Monte Carlo para os três principais efeitos no radiodiagnóstico. Adaptado (PELOWITZ, 2011)

Para o cálculo da distância percorrida por um fóton, utiliza-se a distribuição de Poisson mostrada na equação 22. Essa distribuição é utilizada por ser a que melhor representa o transporte de um feixe de fótons ao penetrar a matéria.

$$p(x)dx = \mu e^{-\mu x} dx \quad (22)$$

Nessa expressão, μ é a seção de choque que representa fisicamente o coeficiente de atenuação linear. Para o método Monte Carlo significa a probabilidade de interação do fóton por unidade de distância (cm^{-1}).

Aplicando um número aleatório associado a FDC, calculada a partir da integração da equação 22 e, considerando que para cada distância percorrida existe um número aleatório associado (δ), pode-se expressar a equação 22 da seguinte forma,

$$FDC = \int_0^x p(x)dx = 1 - e^{-\mu x} = \delta \quad (23)$$

assim, por meio de manipulações matemáticas é definido a distância x por meio da equação 24.

$$x = \frac{\ln(1-\delta)}{\mu} \quad (24)$$

Como δ é o número aleatório que varia entre 0 e 1, o termo $(1 - \delta)$ pode ser expresso simplesmente por δ , e a equação acima pode ser expressa por

$$x = \frac{-\ln \delta}{\mu} \quad (25)$$

A equação 25 permite calcular, por meio do MMC, a distância percorrida pelo fóton até a próxima interação. Sorteia-se um número aleatório δ e conhecendo o coeficiente de atenuação linear do meio, calcula-se a distância percorrida pelo fóton.

2.6.2. Determinação das incertezas do método Monte Carlo

Para o cálculo exato do valor esperado de uma variável x utiliza-se,

$$Mx = \int xp(x)dx \quad (26)$$

porém, não é conhecida a FDP ($p(x)$), tornando inviável esse cálculo.

No MMC, o cálculo aproximado da expressão 26 é feito através de uma média dos valores de x (equação 27), onde N é o número de histórias.

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (27)$$

Assim, como todo método estatístico, o valor médio de uma variável possui uma incerteza associada. Para o cálculo da incerteza associada às simulações realizadas pelo MMC, inicia-se estimando o desvio padrão (28):

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (28)$$

Após o cálculo do desvio padrão, calcula-se a incerteza do tipo A pela equação 27,

$$\sigma_A = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \quad (29)$$

que pode ser expressa também como

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (30)$$

Para avaliação da confiabilidade dos valores medidos pelo MMC, desenvolve-se uma tabela para a avaliação dos coeficientes de variação (CV). Os CV são calculados por meio da equação 31. A Tabela 5 mostra a classificação da grandeza com base no valor de CV.

$$CV = \frac{\sigma_A}{\bar{x}} \quad (31)$$

Tabela 5: Relação entre a classificação da grandeza calculada e os valores dos coeficientes de variação (BRIESMEISTER, 1986)

Valores de CV	Classificação da grandeza calculada
> 0,5	Não significativa
0,2 a 0,5	Pouco significativa
0,1 a 0,2	Questionável
< 0,1	Significante, exceto para detectores pontuais
< 0,05	Significante até para detectores pontuais

3. Materiais e Métodos

3.1. Código de transporte de radiação MCNPX 2.7.0

O código de transporte de radiação utilizado, baseado no método Monte Carlo, foi o MCNPX 2.7.0 (**M**onte **C**arlo **N**-**P**article **eX**tended). Este código pode realizar o transporte e interação de nêutrons, fótons, elétrons e muitas outras partículas em uma ampla faixa energética. Além disso, o MCNPX proporciona ao usuário criar estruturas e posicioná-las da forma mais adequada ao cenário de irradiação que se deseja simular (PELOWITZ, 2011).

O usuário do MCNPX faz um arquivo de entrada conhecido como *inp*, descrevendo todas as características do cenário elaborado. Neste mesmo arquivo, além das características físicas, também é descrito de forma precisa o que se deseja medir, os simuladores, os materiais utilizados e todos os detalhes que compõem o cenário (PELOWITZ, 2011).

O *inp* é dividido em três blocos, o bloco de células, bloco de superfície e o bloco de dados. O bloco de células é o primeiro bloco, no qual o usuário pode criar e definir os

planos ou formas que limitam as células, além de definir a densidade de cada célula criada. O bloco seguinte é o de superfície, no qual as formas criadas no bloco de células são definidos no espaço, considerando um universo tridimensional. O cartão de dados é a parte do arquivo de entrada onde são definidos: a fonte de irradiação (forma, posição, direção, etc.), o tipo de “medição” (tally) desejada e cada material que compõe o cenário (PELOWITZ, 2011).

O MCNPX fornece ao usuário diversas formas para se “medir” a dose de radiação. Essas formas são conhecidas como *tallys* (contagens) e a Tabela 6 mostra os principais *tallys* disponíveis. Para o presente trabalho, foi utilizado o *tally* *F8 para medir a deposição de dose total em tecidos e órgãos no simulador, o *tally* F6 para medir o produto kerma-Área e o *tally* F4 para medir a fluência nos ossos esponjosos na cavidade medular e estimar a dose na medula óssea e na superfície óssea. Cada um dos *tallys* utilizados neste trabalho serão detalhados mais adiante.

Tabela 6: Descrição das principais formas de contagem do MCNPX .

Mnemônico	Descrição do Tally	Unidades	
		F _n	*F _n
F1	Corrente integrada sobre uma superfície	Partículas	MeV
F2	Fluxo médio sobre uma superfície	partículas/cm ²	MeV/cm ²
F4	Fluxo médio sobre uma célula	partículas/cm ²	MeV/cm ²
F5	Fluxo em um detector pontual	partículas/cm ²	MeV/cm ²
F6	Energia média depositada sobre uma célula	MeV/g	jerks/g
F7	Deposição média de energia de fissão sobre uma célula	MeV/g	jerks/g
F8	Distribuição energética de pulsos criados em um detector	Pulsos	MeV

3.2. Simuladores antropomórficos, Família UF: UFHADM e UFHADF

Neste trabalho, foram utilizados dois simuladores antropomórficos híbridos da família UF. O masculino, conhecido como UFHADM (University of Florida **H**íbrido **A**dult **M**ale), e o feminino, conhecido como UFHADF (University of Florida **H**íbrido **A**dult **F**emale). A cabeça do UFHADM foi obtida a partir de imagens de tomografia computadorizada de um indivíduo de 18 anos. O tronco deste simulador foi formado a partir de imagens CT

do corpo de um indivíduo de 36 anos de idade. Por fim, foram feitas imagens de braços e pernas, a partir de um cadáver de homem de 18 anos (LEE, LODWICK, *et al.*, 2010).

O UFHADF foi feita a partir da cabeça do UFHADM, ajustando as proporções adequadas para um simulador feminino. Este mesmo simulador possui um tronco gerado a partir de imagens de CT de uma mulher de 25 anos, enquanto os braços tiveram a mesma origem do UFHADM (LEE, LODWICK, *et al.*, 2010).

Para a elaboração deste simulador, foi largamente utilizada a modelagem NURBS, a qual permite a sua manipulação após a aquisição das imagens CT, afim de melhorar as curvas e o detalhamento dos órgãos do mesmo (LEE, LODWICK, *et al.*, 2010).

O simulador da família UF masculino tem 73,39 kg de massa corpórea e 1,76 m de altura, já o simulador feminino tem 59,73 kg de massa corpórea e 1,63 m de altura. Estes simuladores foram ajustados tendo como base as medidas em relação a massa dos órgãos e altura dos valores de referência da ICRP 89 (ICRP 89, 2002; LEE, LODWICK, *et al.*, 2010). Originalmente, os simuladores foram adquiridos com voxels cúbicos de 1 mm de aresta. Porém, neste trabalho foi utilizada uma resolução de 3 mm, buscando minimizar o tempo de processamento computacional e visualização gráfica. O aumento no tamanho de voxel não traz prejuízos às simulações tendo em vista que simuladores de referência tem tamanhos de voxel próximos a este.

As fatias dos simuladores são fornecidas em um arquivo único. A partir deste arquivo, e com o auxílio do ImageJ (IMAGEJ, 1997), foi possível gerar fatias em imagem no formato *bitmap* do simulador. A geração de imagens em *bitmap* torna-se uma ferramenta útil para a conversão em estrutura repetida, o formato ideal para o processamento deste tipo de simulador no MCNP.

Para inserir a dupla de simuladores no *input file* do MCNPX, de forma que fosse possível separar a dose do paciente e do médico, foi necessária a modificação dos IDs (números identificados de órgãos e tecidos) de um dos simuladores. Durante o processo de mudança de IDs, foi observado que os simuladores juntos excediam a quantidade dos 255 caracteres possíveis. Então, juntamente com a duplicação, tornou-se necessário uma simplificação para reduzir a quantidade total de ID's de ambos os simuladores. Esta simplificação foi feita de modo a não prejudicar a divisão de órgãos do simulador. Apenas foi redefinido os IDs que poderiam ser unidos, por exemplo: antes da simplificação, havia um ID para a adrenal direita e outra para a esquerda, após a simplificação passou-se a ter apenas um ID para as adrenais. Neste exemplo pode-se observar que a dose relacionada

às adrenais não é prejudicada, isto porque, se os ID's estivessem separados, teriam que ser somados para estimar a dose nas adrenais.

Devido a particularidade do cenário estudado, os braços do paciente foram removidos. Pois, em cirurgias de cifoplastia, o paciente permanece com os braços levantados acima da cabeça para não interromper o feixe direto da radiação. Para remover os braços do paciente, o simulador que representa o paciente foi carregado computacionalmente no software Scion (RASBAND, 2000), sendo excluída em todas as fatias os membros superiores. Assim, o cálculo de dose nos órgãos internos não foi prejudicado, aproximando-se ainda mais do valor real. A medula óssea é um órgão presente na parte esponjosa de alguns ossos do corpo humano. Devido a exclusão dos braços, perde-se parte dos ossos esponjosos do simulador e consequentemente a dose na medula vermelha é subestimada. Mas, como já mencionado, os braços ficam levantados durante a cirurgia e os braços não recebem o feixe direto da radiação.

3.3.Elaboração dos cenários de irradiação

Inicialmente foi definido um espaço virtual onde o cenário seria simulado. Em busca de elaborar um espaço mais próximo do real foram consideradas as dimensões de um ambiente de centro cirúrgico típico. Assim foi modelada uma sala de cirurgia com quatro paredes, teto e chão de 22 cm de concreto e dimensões 5,0 x 7,2 m² e altura de 2,7 m. Estas dimensões são as dimensões mínimas permitidas para um ambiente de centro cirúrgico (ANVISA, 2002). O concreto utilizado foi o NBS 03. A descrição exata deste material foi encontrada em um compêndio específico para transporte de radiação (MCCONN, GESH, *et al.*, 2011). Sua densidade é 2,35 g/cm³ e na sua composição se encontra 47,3% de O, 14,5% de Si, 24,7% de Ca e o restante distribuídos em H, C, Mg, Al, S, K e Fe (MCCONN, GESH, *et al.*, 2011).

Neste trabalho foram modelados vários objetos, proporcionando mais realismo para os cenários. Esse realismo permitiu simular de forma mais adequada o transporte da radiação e seus efeitos de espalhamento, absorção e atenuação. A mesa de cirurgia foi elaborada com dimensões de 60 cm de largura, 210 cm de comprimento e 3 cm de espessura, posicionada a 87 cm do chão. Em cima da mesa foi colocado um colchão acoplado com as mesmas dimensões da mesa, porém com 7 cm de espessura. O

equipamento de raios X que foi utilizado como referência para este trabalho foi um BV Pulsera versão 2.3 da Philips (Figura 14).



Figura 14: Arco C modelado nos cenários de cifoplastia.

A distância do foco a pele do paciente em projeção AP foi de 49,4 cm e 30 cm na projeção LL. A altura da mesa em relação ao chão foi de 80 cm. A distância entre o médico e o paciente foi de 10,3 cm. O feixe é emitido na forma de cone e a área que incide no paciente é de 196,5 cm² com um raio de 7,91 cm. A região da coluna irradiada foi a área que compreende as vertebrae L3, L4 e L5 na coluna lombar.

O tubo de raios X deste equipamento possui uma filtração total de 4 mm de Al mais 0,1 mm de Cu, ângulo anódico de 10°, distância foco detector de 100 cm e uma fonte emissora de raios X em forma de cone, como é na prática clínica.

Para gerar os espectros de raios X e implementar no código foi utilizado o software SRS 78 (CRANLEY, GILMORE, *et al.*, 1997). As tensões no tubo utilizadas neste trabalho foram de 60 a 120 kVp a passos de 10 kVp. A faixa de kVp utilizada neste trabalho está dentro de qualquer faixa utilizada neste tipo de cirurgia. A filtração do feixe, bem como o ângulo anódico, foram os mesmos indicados no equipamento. As projeções utilizadas foram ântero-posterior (AP) e latero-lateral (LL).

As características físicas e químicas dos materiais utilizados em cada peça modelada do cenário foram conseguidos em um compêndio específico para o transporte de radiação. A mesa de cirurgia é constituída de fibra de carbono, possui densidade de 1,17 g/cm³ e é composta de 5,7% de H, 67,9% de C e 26,4% de N. O colchão de poliuretano possui densidade de 0,021 g/cm³ e é composto de 4,1% de H, 54,4% de C, 12,1% de N e 29,4% de O. O equipamento de raios X é feito de aço inoxidável 304 com 8,0 g/cm³ de densidade

e composto de 19,0% de Cr, 70,2% de Fe, 9,3% de Ni, 0,04% de, 0,5% de Si, 0,02% de P, 0,02% de S e 1% de Mn. Os protetores individuais como o avental de corpo inteiro (110 x 60 cm) e o protetor de tireoide são compostos de 100% de Pb, com densidade 11,35 g/cm³ e espessura de 0,5 mm, assim como o saiote da mesa. Os óculos plumbíferos utilizados pelos médicos são compostos de 15,64% de O, 8,04% de C, 0,01% de Ti, 0,003% de As e 75,19% de Pb e possuem uma densidade de 6.22 g/cm³. Os objetos modelados no cenário podem ser visualizados na Figura 15 (MCCONN, GESH, *et al.*, 2011).

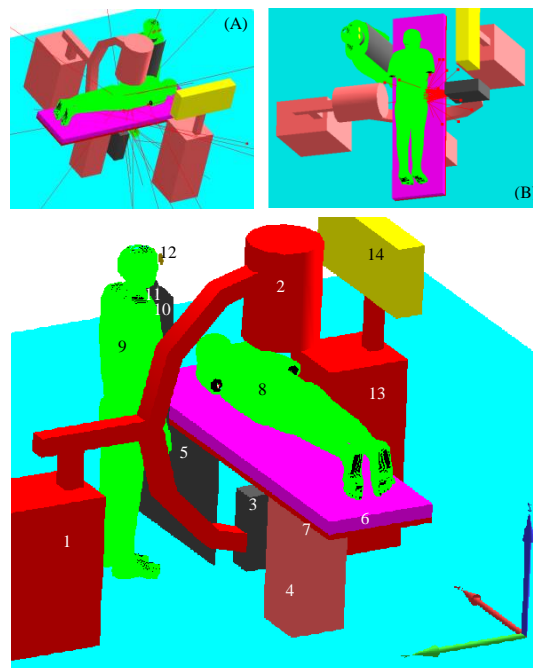


Figura 15: (A) Projeção AP (B) Projeção LL, (C) 1 – Suporte do equipamento, 2 – Intensificador de imagem, 3 – Tubo de raios X, 4 – Suporte da mesa, 5 - Saiote, 6 - Colchão, 7 – Mesa de cirurgia, 8 – Paciente, 9 - Cirurgião, 10 – Protetor de corpo inteiro, 11 – Protetor de tireoide, 12 – Óculos plumbíferos, 13 – Suporte dos monitores, 14 – Monitores.

Na saída do tubo de raios X do arco-C utilizado, há uma câmara de ionização para estimar a dose que pode ser facilmente relacionada com a dose de entrada na pele do paciente. Para simular esse dispositivo no interior do arco foi modelada uma célula de 5 x 5 x 1 cm³ na saída do tubo de raios X que cobre todo o feixe que sai do tubo. A Figura 16 mostra o interior do tubo de raios X e a célula medidora de PKA.

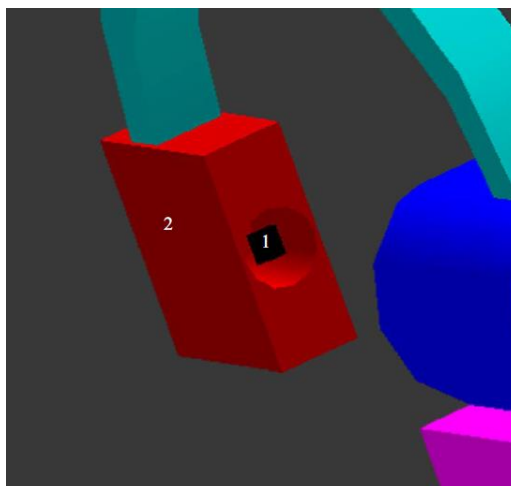


Figura 16: Cabeçote (2) e a célula de ar (1) para calcular o PKA. Para a melhor visualização da imagem um cenário foi carregado sem a mesa e sem paciente.

Tendo em vista a comparação com outros trabalhos e o destaque para a importância da colocação de objetos na sala para uma melhor avaliação das doses de radiação, foram elaborados cenários com e sem a mesa de cirurgia, também cenários com e sem equipamentos de proteção utilizados pelo médico. Assim, foi possível avaliar as influências destes objetos nos coeficientes de conversão estimados. A tabela 7 mostra todas as variações de cenários utilizados neste trabalho.

Tabela 7: Características dos cenários estudados neste trabalho.

Simuladores	Projeção	Objetos	Tensão
<ul style="list-style-type: none"> UFHADM UFHADDF 	<ul style="list-style-type: none"> AP LL 	<ul style="list-style-type: none"> Com a mesa Sem a mesa Com EPI Sem EPI 	<ul style="list-style-type: none"> 60 kVp
			<ul style="list-style-type: none"> 70 kVp
			<ul style="list-style-type: none"> 80 kVp
			<ul style="list-style-type: none"> 90 kVp
			<ul style="list-style-type: none"> 100 kVp
			<ul style="list-style-type: none"> 110 kVp
			<ul style="list-style-type: none"> 120 kVp

3.4.Cálculo dos coeficientes de conversão de dose equivalente, dose efetiva e risco de câncer

Os coeficientes de conversão calculados neste trabalho são uma razão entre a dose efetiva, dose equivalente e risco de câncer pelo PKA. Estes coeficientes de conversão são úteis por facilitarem a conversão entre grandezas possíveis de se medir, como as

grandezas físicas kerma no ar e fluência, e aquelas em que não é possível realizar uma medição direta, como as grandezas de proteção, por exemplo, dose equivalente e efetiva.

Como descrito na seção 3.1, o código MCNPX fornece várias opções de *tallys* para o usuário escolher a melhor forma de estimar as grandezas dosimétricas para diferentes combinações de cenário, levando em consideração as características específicas do cenário estudado. Para os cenários desenvolvidos neste trabalho, como trata-se de fótons sendo gerados em um tubo de raios X que variam de 60 a 120 kVp, o *tally* ideal para essa estimativa de dose em órgãos e tecidos é o *F8 (MeV/partícula). Este *tally* considera toda energia depositada na célula, levando em consideração todas as contribuições possíveis. Para a medida de energia depositada na célula medidora de PKA, foi utilizado o F6 (MeV/g). A utilização deste *tally* se faz necessária pois, para este tipo de contagem, considera-se o equilíbrio eletrônico no interior da célula, como ocorre nas câmaras de ionização dos arcos cirúrgicos utilizados em radiodiagnóstico. Neste *tally*, a energia do elétron é computada localmente, ou seja, no momento em que ele é gerado. Caso um elétron seja gerado fora da área da célula e deposite a energia dentro da célula, esse elétron não é computado, garantindo o equilíbrio eletrônico na célula do PKA (PELOWITZ, 2011). A célula utilizada para medir o PKA fica localizada na parte interior do tubo, como pode ser visto na Figura 17.

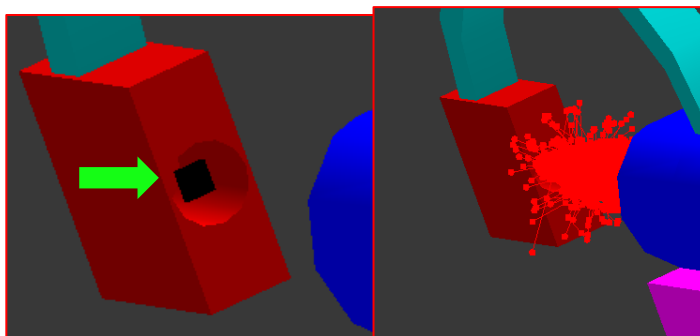


Figura 17: Célula (apontada pela seta) criada na saída do tubo para medir PKA.

Para o cálculo da medula vermelha, foi utilizado o *tally* F4 e a função DE/DF para estimar a dose absorvida. Para casos onde o órgão está distribuído pelo corpo em partes menores que o voxel do simulador, como é o caso da medula vermelha e superfície óssea, o uso do *tally* em conjunto com os fatores de conversão da ICRP é ideal. Assim, através destes coeficientes foi possível converter a fluência energética em dose absorvida. Essa conversão foi feita no arquivo de entrada do simulador, mas também é possível fazer após o processamento do cenário. Uma vez calculada a dose absorvida a partir da fluência

energética nos ossos esponjosos e cavidade medular, foi necessária uma consideração em relação à fração de massa da medula vermelha e superfície óssea que cada osso esponjoso e cavidade medular possui.

O arquivo de saída do MCNP fornece valores de energia depositada em MeV para *tally* *F8, energia depositada por massa da célula em MeV/g para *tally* F6 e MeV/cm². No caso do *tally* F4, originalmente, a unidade de fluência é partículas por centímetro quadrado, mas, dentro do próprio arquivo de entrada, utilizam-se funções que convertem para Joule (J) levando em consideração também o volume do voxel do simulador. A conversão de MeV para J/kg ou Gy foi feita utilizando o fator de $1,6 \times 10^{-13}$ e, para os casos dos *tally* *F8 e F4, ainda foi necessária a divisão pela massa do órgão.

3.5. Hardware utilizado e tempo computacional

Para a realização do cálculo computacional neste estudo, dois computadores foram utilizados. Esses computadores possuem um processador i7 primeira geração, 2.8 GHz e 6 GB de memória RAM. Também foram utilizados o Cluster do Laboratório de Instrumentação e dosimetria (LInDa), da Universidade Federal de Uberlândia. Cada cenário de irradiação levou em média 10 dias simular 10^9 histórias de partículas. O alto número de histórias tem o objetivo de obter valores de incerteza que o método Monte Carlo considere confiável.

4. Resultados e Discussões

As simulações forneceram coeficientes de conversão para dose efetiva com um erro relativo menor que 10%, tanto para o paciente (Anexo A.1 a A.4 e Anexo C.1 a C.4) como para os cirurgiões ortopedistas (simulador masculino) em projeções AP (Anexo B.1, B.3, B.5 e B.7). Nas projeções laterais, para os cenários sem protetores individual (Anexo B.4 e Anexo B.8) o erro relativo para CCs de dose efetiva foi entre 10% e 20%. Para os cenários com protetores individuais, o erro relativo foi maior que 20% (Anexo B.2 e Anexo B.6). Para as cirurgiãs ortopedistas (simulador feminino), o erro relativo foi menor que 10% em todas as condições estudadas.

Devido ao longo tempo computacional e a natureza do problema, em geral, a precisão dos resultados foi satisfatória com base na Tabela 5. Os resultados para dose equivalente (H_T), dose efetiva (E) e risco de câncer (RC) foram normalizados pelo produto kerma-área (PKA) e foram apresentados na forma de coeficiente de conversão (CC).

Todos os coeficientes de conversão (H_T/PKA , E/PKA e RC/PKA) juntamente com os erros relativos calculados para o paciente e para o cirurgião ortopédico são apresentados nos anexos no final deste trabalho.

4.1. Dose Equivalente e Efetiva no paciente

O uso da grandeza dose efetiva não é apropriada para exposições do paciente. Embora a ICRP aconselha o uso restrito de dose efetiva para exposições médicas dos pacientes em radiodiagnóstico, o valor de dose efetiva pode ser utilizado para comparar as doses relativas de diferentes procedimentos diagnósticos e para comparar o uso de tecnologias e procedimentos similares em diferentes hospitais e países, bem como o uso de diferentes tecnologias para o mesmo exame médico, desde que o paciente de referência ou as populações de pacientes são semelhantes em relação à idade e ao sexo (ICRP 2007). O uso desta grandeza tornou-se comum em muitas publicações. Isso se deve principalmente porque essa grandeza pode fornecer uma boa avaliação para o efeito estocástico.

O valor do coeficiente de conversão (CC) para a dose equivalente de um órgão depende de muitos fatores. Primeiramente, o aumento nos valores de energia dos espectros utilizados, baseados nas possíveis variações de tensão do tubo, aumenta os CC para todos os órgãos. Este comportamento pode ser visto na Figura 18. Outro fator

importante para as doses no paciente é a distribuição dos órgãos no simulador. Alguns órgãos estavam expostos ao feixe direto da radiação do equipamento, como o intestino delgado, intestino grosso e estômago. Sendo assim, os valores de seus CCs foram maiores do que aqueles órgãos que não estavam próximos do feixe direto, como a tireóide, o cérebro, o coração, dentre outros.

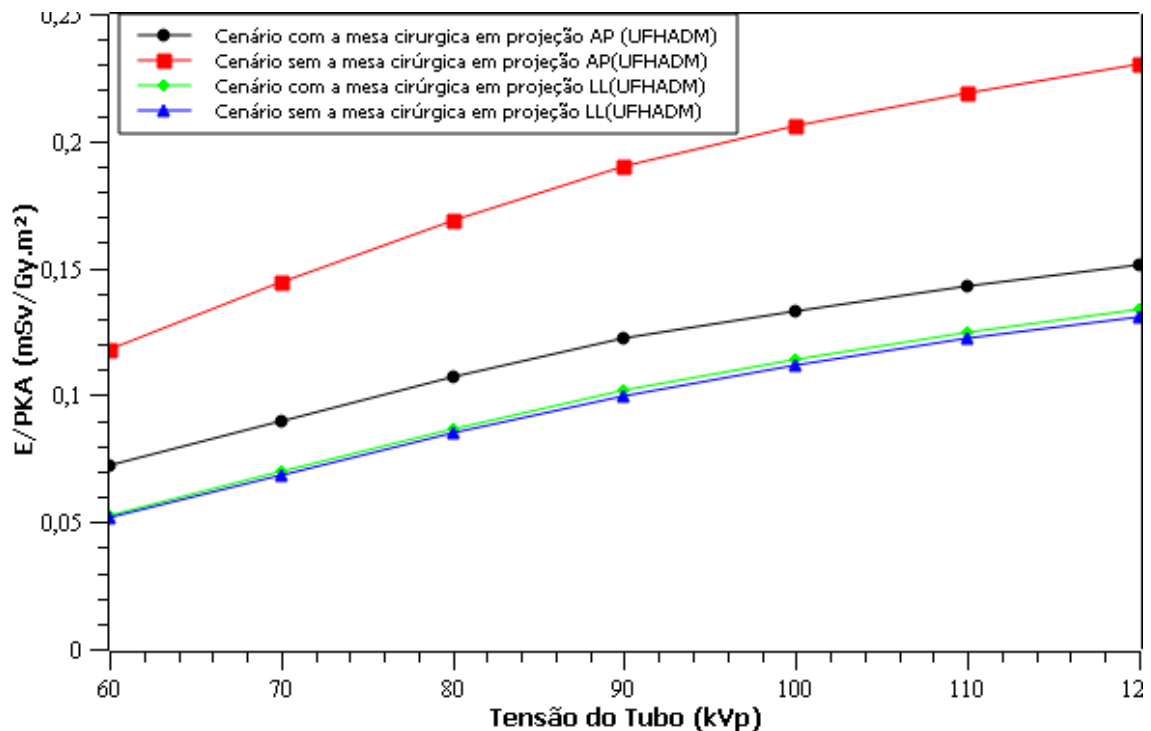


Figura 18: E/PKA para pacientes (UFHADM) em cirurgia de cifoplastia.

A Tabela 8 apresenta um resumo dos resultados e um valor médio dos coeficientes de conversão calculados para o paciente (UFHADM). Foi observado que os valores médios de E/PKA para cenários sem a mesa de cirurgia tiveram um aumento de 56% em relação aos cenários simulados com a mesa na projeção ântero-posterior (AP). Isto ocorre porque a mesa atenua parte dos fótons de baixa energia do feixe direto. Para a projeção latero-lateral (LL), um pequeno aumento percentual (2%) foi observado nos CCs calculados entre os cenários que possuíam a mesa de cirurgia em relação a cenários que não possuíam a mesa cirúrgica. À presença da mesa, na projeção LL os fótons podem, após sua interação com o paciente, interagir no colchão/mesa e novamente interagir com o paciente depositando mais energia. Fótons espalhados podem interagir com objetos presentes no cenário e, assim, depositar ainda mais dose no paciente.

Tabela 8: E/PKA (mGy/Gy.cm²) calculado para paciente.

Tensão no tubo (kVp)	Com a mesa de cirurgia AP	Sem a mesa cirúrgica AP	Aumento Percentual	Com a mesa de cirurgia LL	Sem mesa cirúrgica LL	Aumento percentual
60	7.20E-02	1.18E-01	64%	5.26E-02	5.15E-02	2%
70	8.99E-02	1.44E-01	60%	6.96E-02	6.82E-02	2%
80	1.07E-01	1.69E-01	58%	8.69E-02	8.51E-02	2%
90	1.22E-01	1.90E-01	56%	1.02E-01	9.98E-02	2%
100	1.33E-01	2.06E-01	55%	1.14E-01	1.12E-01	2%
110	1.43E-01	2.19E-01	53%	1.25E-01	1.22E-01	2%
120	1.51E-01	2.30E-01	52%	1.34E-01	1.31E-01	2%
Valor médio	1.17E-01	1.82E-01	56%	9.79E-02	9.57E-02	2%

Para cenários com a mesa de cirurgia e considerando uma média dos CCs nos valores de tensão utilizados neste trabalho, foi observado um aumento percentual de 20% da projeção AP em relação a projeção LL; para cenários sem a mesa de cirurgia, o aumento percentual da projeção AP em relação a LL foi de 91%. Esses aumentos percentuais são justificadas por serem irradiadas diferentes áreas do corpo do paciente. A diferença percentual entre as projeções é maior para o cenário sem a mesa de cirurgia, novamente pelo fato da ausência da mesa de cirurgia fornecer maiores valores de CC na projeção AP e, conseqüentemente, maior diferença. No simulador masculino, a projeção de LL fornece CCs menores do que na projeção AP, mesmo quando se considera o cenário com a mesa de cirurgia. Isto ocorre porque apesar da presença da mesa na projeção AP, os órgãos mais radiosensíveis são afetados pelo feixe direto e, com isso, maiores valores de doses são calculados.

A partir da análise dos H_T/PKA para alguns órgãos de alta radiosensibilidade como pulmão, mamas, testículos e fígado, é possível justificar o aumento CC da dose efetiva na projeção AP com relação a projeção LL. Para cenários com a mesa de cirurgia, a diferença percentual para esses mesmos órgãos foi de 57%, 82%, 66% e 62%, respectivamente, como pode ser visto na Tabela 9 e 10.

Tabela 9: H_T/PKA (mSv/Gy.cm²) para pulmão e mama do paciente.

Tensão no tubo(kVp)	Pulmão			Mama		
	AP	LL	Diferença*	AP	LL	Diferença*
60	1.50E-03	4.51E-04	70%	1.62E-02	2.08E-03	87%
70	2.28E-03	7.87E-04	65%	1.92E-02	2.80E-03	85%
80	3.13E-03	1.22E-03	61%	2.18E-02	3.59E-03	84%
90	3.92E-03	1.64E-03	58%	2.38E-02	4.33E-03	82%
100	4.60E-03	2.04E-03	56%	2.55E-02	4.84E-03	81%
110	5.20E-03	2.40E-03	54%	2.68E-02	5.31E-03	80%
120	5.72E-03	2.74E-03	52%	2.77E-02	5.71E-03	79%
Valor médio	3.76E-03	1.61E-03	57%	2.30E-02	4.10E-03	82%

*A análise foi realizada por diferença percentual absoluta.

Tabela 10: H_T/PKA (mSv/mGy.cm²) para testículo e fígado do paciente

Tensão no tubo (kVp)	Testículos			Fígado		
	AP	LL	Diferença*	AP	LL	Diferença*
60	1.43E-01	3.16E-02	78%	1.25E-02	3.00E-03	76%
70	1.72E-01	4.62E-02	73%	1.79E-02	5.23E-03	71%
80	1.99E-01	6.14E-02	69%	2.35E-02	7.97E-03	66%
90	2.21E-01	7.52E-02	66%	2.85E-02	1.06E-02	63%
100	2.38E-01	8.67E-02	64%	3.28E-02	1.31E-02	60%
110	2.51E-01	9.69E-02	61%	3.63E-02	1.52E-02	58%
120	2.62E-01	1.06E-01	60%	3.93E-02	1.72E-02	56%
Valor médio	2.12E-01	7.19E-02	66%	2.72E-02	1.03E-02	62%

*A análise foi realizada por diferença percentual absoluta.

Panizza et al., em 2014, desenvolveram um estudo avaliando a dose efetiva em pacientes submetidos a cifoplastia. Utilizando os valores medidos de PKA, a dose efetiva foi calculada a partir do PCXMC 2.0 (**P**rogram **C**alculating **X**-ray **M**onte **C**arlo). Este software de simulação computacional, baseado no método Monte Carlo, permite que o usuário trabalhe apenas com simuladores matemáticos e sem a possibilidade de adicionar elementos no cenário como a mesa de cirurgia. Este pesquisadores realizaram dois estudos, A e B: no estudo A, mediram a dose efetiva em pacientes que se submeteram a injeção manual do cimento cirúrgico, enquanto que no estudo B, o cirurgião ortopédico usou um sistema de entrega de cimento (CDS). Para ser possível uma comparação entre este trabalho e o de Panizza et al. (2014), foram feitas médias dos valores de E/PKA, considerando o mesmo intervalo de tensão no tubo, como mostra a Tabela 11. Os CCs calculados neste estudo foram 13% menores que os CCs calculados no trabalho de Panizza et al. (2014) considerando cenários sem a mesa de cirurgia em projeção AP. Para cenários em projeção LL, os CCs calculados neste trabalho foram maiores 5%. Para os cenários considerando a mesa de cirurgia, a redução percentual de E/PKA, compando este trabalho e o de Panizza et al. (2014), na projeção AP é de 46%. Essa redução percentual ocorre porque a mesa promove uma blindagem relevante quando considerada, reduzindo

todos os CC em projeção AP. Na projeção LL, a mesa não atenua o feixe direto como na projeção AP. Assim, foi observado um pequeno aumento nos CC de dose equivalente e efetiva nos cenários com a mesa de cirurgia, isto porque a mesa, em projeção LL, retroespalha os fótons proporcionando um leve aumento na dose efetiva do paciente (~2%).

A mesa de cirurgia é essencial para o procedimento de cifoplastia para o cálculo dos valores de dose mais próximos do real. Neste caso, é necessário considerar a maior quantidade de objetos que possam reproduzir um cenário de espalhamento da radiação.

Tabela 11: E/PKA foi calculado em cenários computacionais e comparados com pacientes que submeteram a cifoplastia apresentado no trabalho de Panizza et al. (2014).

Projeção e Tensão do Tubo	Cenários analisados	E/PKA (mSv/Gy.cm ²)	Redução Percentual*
AP (60 - 80 kVp)	Estudo Panizza	1.65E-01	
	Com mesa de cirurgia	8.96E-02	46%
	Sem mesa de cirurgia	1.44E-01	13%
			Aumento Percentual*
LL (60 - 90 kVp)	Estudo Panizza	7.29E-02	
	Com mesa de cirurgia	7.78E-02	7%
	Sem mesa de cirurgia	7.62E-02	5%

*A análise foi realizada por redução/aumento percentual baseada no trabalho de Panizza.

Para os coeficientes de conversão do paciente do sexo feminino, calculado a partir do simulador UFHADF, foram observados maiores valores de CC para todas as condições estudadas em comparação com o simulador masculino. Esse resultado é coerente quando consideramos a diferença de massa entre os órgãos e tecidos do simulador macho e fêmea. Os dois fatores que envolvem a dose absorvida em um órgão são a energia depositada e a massa do órgão ou tecido. Para simuladores femininos, como os órgãos são menores, espera-se obter maiores valores de CCs do que em simuladores masculinos. A Figura 19 mostra os CCs calculados para o simulador masculino e feminino neste trabalho.

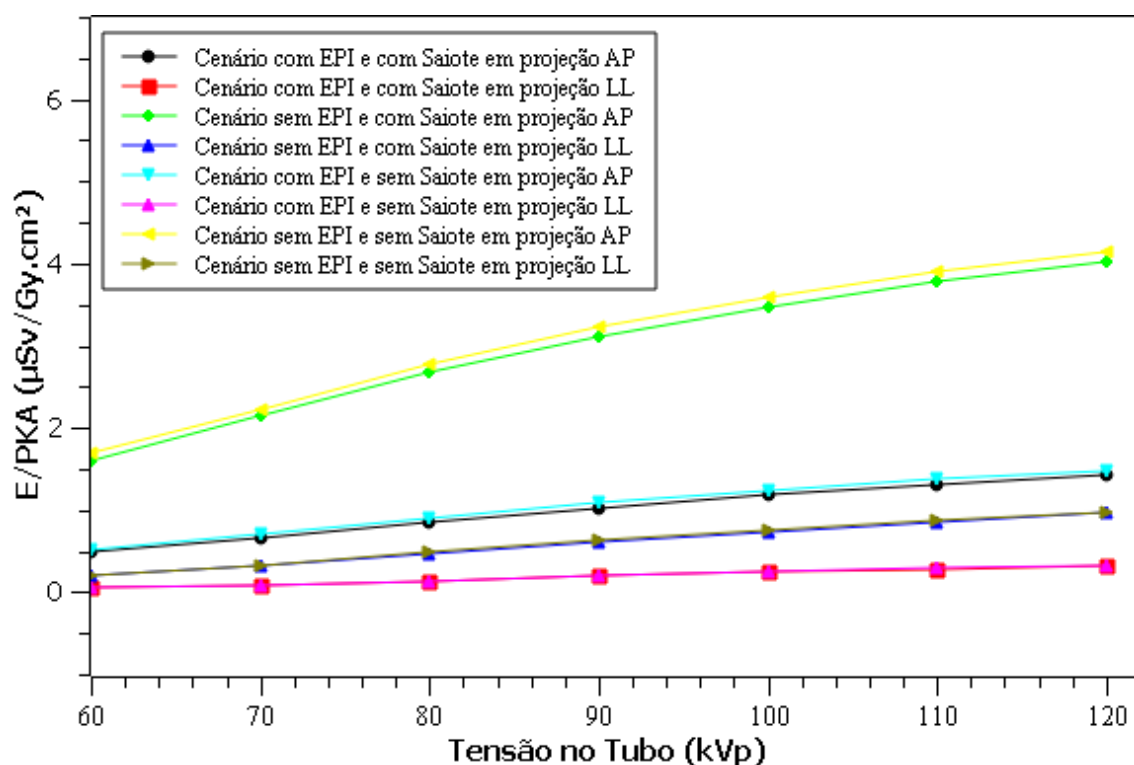


Figura 19: E/PKA para paciente (UFHADM e UFHADDF) em cirurgia de cifoplastia. (CCs mostrados como uma média entre UFHADM e UFHADDF)

4.2. Dose equivalente e efetiva no cirurgião ortopédico

A situação mais crítica para o cirurgião ortopedista foi a projeção AP. Nesta projeção, os órgãos mais radiosensíveis estão posicionados próximo ao centro do feixe espalhado, atingindo grande parte do tronco do cirurgião. Como esperado, em todas as situações o paciente teve maiores CCs do que o cirurgião ortopedista.

Para o cirurgião, os coeficientes de dose efetiva foram maiores para os cenários onde não houve o uso dos equipamentos de proteção individual. A escolha da posição do tubo de raios X em oposição ao médico, na projeção LL, proporciona menos dose no cirurgião e, por ser uma recomendação da agencia internacional, foi adotada essa configuração neste trabalho, como mostra a Figura 20.

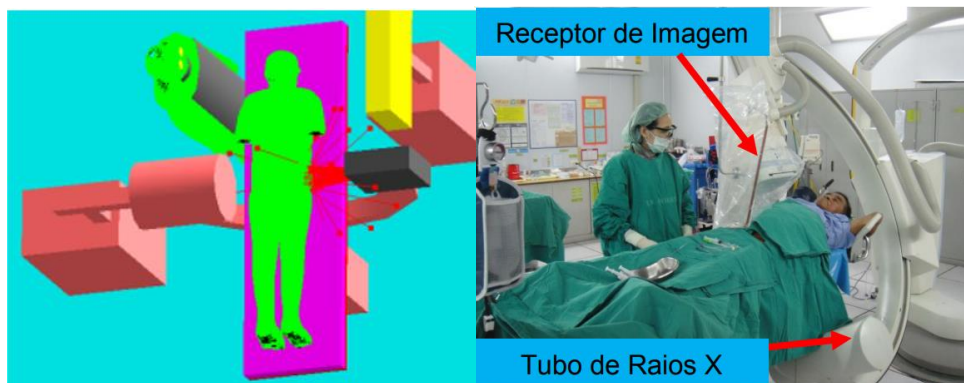


Figura 20: Posicionamento correto do cirurgião em relação à localização do tubo de raios X.

Para este tópico foi calculada uma média entre os CCs de E/PKA dos simuladores masculino e feminino obtidos para o médico cirurgião. A Figura 21 mostra o comportamento dos CCs para o médico cirurgião, levando em consideração alguns dos objetos utilizados no cenário.

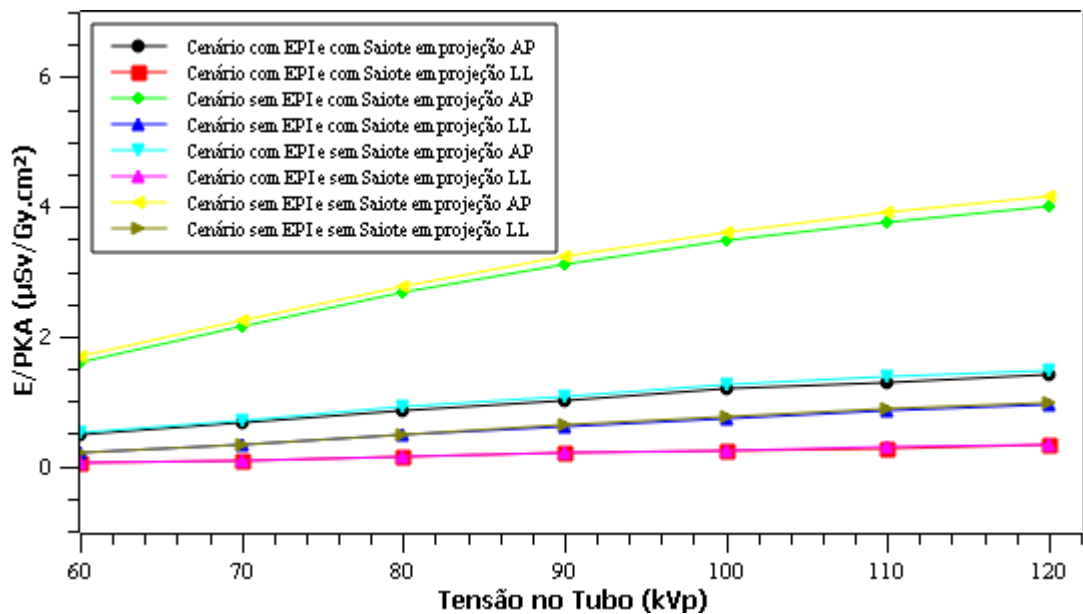


Figura 21: Média de E/PKA para os profissionais médico do sexo masculino e feminino.

A partir da análise do gráfico da Figura 21, observa-se que as curvas deslocadas para maiores valores de CCs são as curvas de projeção AP. Isto acontece pois, nas projeções LL, o tubo permanece do lado oposto ao médico durante a simulação. A posição que o médico cirurgião permanece durante o procedimento favorece a redução de dose por causa da atenuação que o feixe de raios X sofre ao interagir com o paciente.

As Tabelas 12 a 15 apresentam a média dos valores calculados E/PKA para cirurgião ortopédico, considerando os equipamentos de proteção utilizados em diferentes projeções. Ao analisar a diferença percentual entre os valores de E/PKA, foi observado que o uso dos equipamentos de proteção individual reduziu em média 66% a 68% os valores dos CC. A adição do saiote na mesa, como esperado, reduziu ainda mais os valores dos CCs e, em alguns casos, até 5%.

O cálculo da dose efetiva normalizada pelo PKA, considerando o equipamento de proteção, mostra-se útil para comprovar a importância do uso dos equipamentos de proteção para procedimentos com alta resolução temporal. A IAEA publicou um pôster divulgando que o uso dos equipamentos de proteção reduz em mais de 90% a dose recebida pelo médico (IAEA, 2018). Em comparação com este trabalho, nota-se que a diferença percentual entre o uso dos equipamento de proteção, considerando os equipamentos de proteção individual (67,5% em média) e o saiote (3,5% em média), é de aproximadamente 19%.

Tabela 12: E/PKA ($\mu\text{Sv}/\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$) para cirurgião em projeção AP. (Evidenciando o uso do EPI)

Tensão do Tubo (kVp)	com EPI e com saiote	sem EPI e com saiote	Redução Percentual	com EPI e sem saiote	sem EPI e sem saiote	Redução Percentual
60	0,49	1,60	70%	0,52	1,70	69%
70	0,66	2,15	69%	0,70	2,23	69%
80	0,85	2,67	68%	0,90	2,77	67%
90	1,02	3,11	67%	1,08	3,22	67%
100	1,18	3,47	66%	1,24	3,60	66%
110	1,30	3,77	65%	1,37	3,90	65%
120	1,42	4,01	65%	1,48	4,15	64%
Valor Médio	0,99	2,97	67%	1,04	3,08	66%

Tabela 13: E/PKA ($\mu\text{Sv}/\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$) para cirurgião em projeção AP. (Evidenciando o uso do saiote)

Tensão do Tubo (kVp)	com EPI e com saiote	com EPI e sem saiote	Redução Percentual	sem EPI e com saiote	sem EPI e sem saiote	Redução Percentual
60	0,49	0,52	7%	1,60	1,70	6%
70	0,66	0,70	6%	2,15	2,23	4%
80	0,85	0,90	6%	2,67	2,77	4%
90	1,02	1,08	5%	3,11	3,22	3%
100	1,18	1,24	4%	3,47	3,60	3%
110	1,30	1,37	5%	3,77	3,90	3%
120	1,42	1,48	4%	4,01	4,15	3%
Valor Médio	0,99	1,04	5%	2,97	3,08	4%

Tabela 14: E/PKA ($\mu\text{Sv}/\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$) para cirurgião em projeção LL. (Evidenciando o uso do EPI)

Tensão do Tubo (kVp)	com EPI e com saíote	sem EPI e com saíote	Redução Percentual	com EPI e sem saíote	sem EPI e sem saíote	Redução Percentual
60	0,05	0,20	74%	0,05	0,21	74%
70	0,09	0,33	72%	0,09	0,33	72%
80	0,14	0,47	70%	0,14	0,48	70%
90	0,19	0,61	69%	0,20	0,63	69%
100	0,24	0,74	68%	0,25	0,76	68%
110	0,28	0,85	67%	0,29	0,88	67%
120	0,32	0,96	66%	0,33	0,97	66%
Valor Médio	0,19	0,59	68%	0,19	0,61	68%

Tabela 15: E/PKA ($\mu\text{Sv}/\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$) para o cirurgião em projeção LL. (Evidenciando o uso do saíote)

Tensão do Tubo (kVp)	com EPI e com saíote	com EPI e sem saíote	Redução Percentual	sem EPI e com saíote	sem EPI e sem saíote	Redução Percentual
60	0,05	0,05	3%	0,20	0,21	3%
70	0,09	0,09	3%	0,33	0,33	3%
80	0,14	0,14	4%	0,47	0,48	3%
90	0,19	0,20	4%	0,61	0,63	3%
100	0,24	0,25	3%	0,74	0,76	3%
110	0,28	0,29	3%	0,85	0,88	3%
120	0,32	0,33	3%	0,96	0,97	1%
Valor Médio	0,19	0,19	3%	0,59	0,61	2%

A Tabela 16 e 17 mostram alguns órgãos que reduziram significativamente suas doses em projeção AP, devido ao uso dos equipamentos individuais de proteção.

Tabela 16: H_T /PKA ($\mu\text{Sv}/\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$) para cólon e estômago para cirurgião (UFHADM) em projeção AP.

Tensão no tubo (kVp)	Cólon			Estômago		
	com EPI	sem EPI	Redução Percentual	com EPI	sem EPI	Redução Percentual
60	0,36	2,31	84%	0,49	2,02	76%
70	0,50	2,97	83%	0,71	2,70	74%
80	0,65	3,55	82%	0,92	3,37	73%
90	0,78	4,05	81%	1,15	3,97	71%
100	0,92	4,45	79%	1,35	4,46	70%
110	1,02	4,76	79%	1,49	4,80	69%
120	1,10	4,99	78%	1,64	5,14	68%
Valor médio	0,76	3,87	80%	1,11	3,78	71%

Tabela 17: H_T/PKA ($\mu Sv/Gy.cm^2$) para cólon e estômago do cirurgião (UFHADF) em projeção AP.

Tensão no tubo (kVp)	Cólon			Estômago		
	com EPI	sem EPI	Diferença*	com EPI	sem EPI	Diferença*
60	0,82	2,32	64%	1,95	4,13	53%
70	1,10	3,11	65%	2,55	5,41	53%
80	1,39	3,89	64%	3,21	6,67	52%
90	1,65	4,00	64%	3,76	7,72	51%
100	1,88	5,07	63%	4,22	8,54	51%
110	2,04	5,50	63%	4,60	9,29	50%
120	2,24	5,82	62%	4,85	9,75	50%
Valor médio	1,59	4,32	63%	3,59	7,36	51%

4.3. Risco de câncer em paciente

Para a cirurgia de cifoplastia, o estudo de risco de câncer (RC) mostrou que o órgão de maior risco para o paciente é o cólon. Isto se dá principalmente por dois motivos, o primeiro é a localização do órgão durante o procedimento cirúrgico: o cólon está na região do feixe central, favorecendo a deposição de dose nesta geometria. O segundo motivo é devido ao fator (r_T) para cólon ser maior que os demais órgãos, com exceção do pulmão que não está no feixe central. As Figuras 22 e 23 mostram o comportamento dos coeficientes de risco de câncer em um procedimento de cifoplastia para paciente masculino e feminino. Devido aos valores de risco de câncer para os outros órgãos serem baixos, os gráficos mostram os resultados apenas para risco de câncer no cólon e risco efetivo para as duas projeções estudadas, considerando os cenários com a mesa de cirurgia.

O fator na Tabela 4 e os resultados para risco de câncer podem ser interpretados como a quantidade de morte por câncer por 10^6 casos que receberam uma dose de 10 mGy. Por exemplo, conforme o Anexo E.1, que mostra os CCs para risco de câncer para UFHADM em projeção AP e, para cirurgia de cifoplastia de aproximadamente $5,5 Gy.cm^2$ a 70 kVp (PANIZZA, BARBIERI, *et al.*, 2014), o valor do coeficiente de risco de câncer para cólon foi de $1,71 Gy^{-1}.cm^{-2}$ e o coeficiente de risco de câncer efetivo (risco de morte por câncer somando todos os órgãos considerados) foi de $3,77 Gy^{-1}.cm^{-2}$. Assim, o risco de morte por câncer de cólon de aproximadamente 9 indivíduos considerando um universo de 10^6 casos. Para as mesmas condições, o risco efetivo é de 21 indivíduos por 10^6 casos. Os

Anexos de E a H mostram todos os valores de risco de câncer para paciente, que foram calculados neste trabalho.

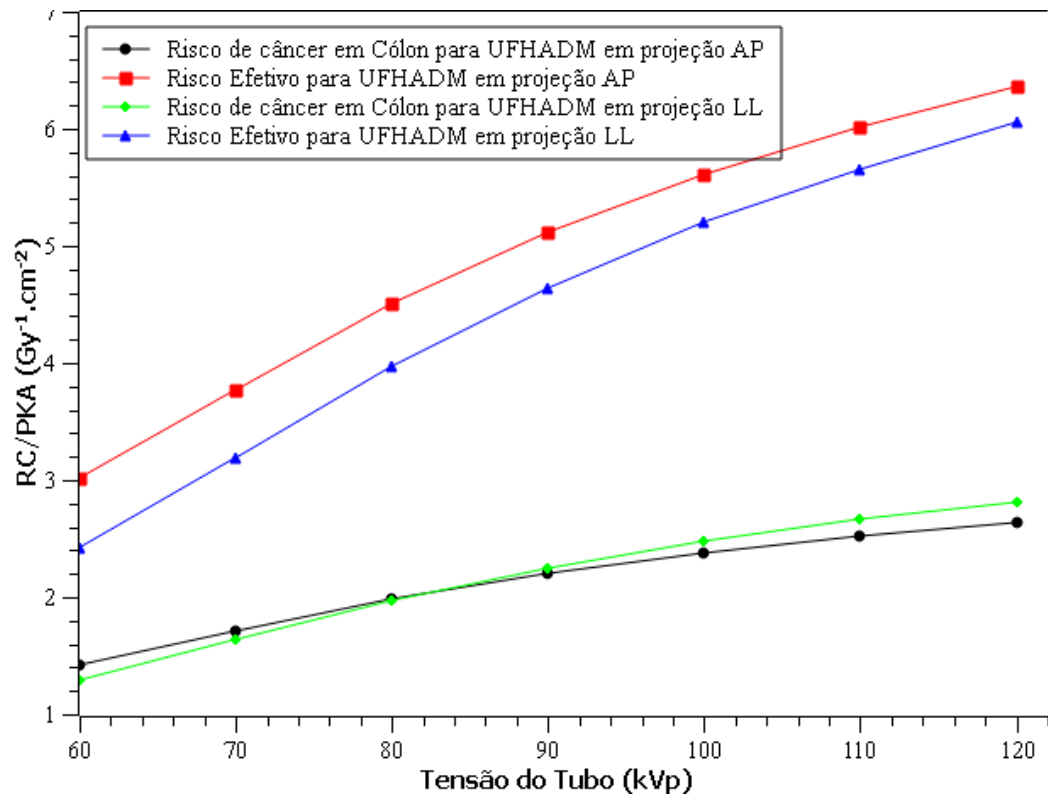


Figura 22: Risco de câncer para paciente do sexo masculino para cirurgia de cifoplastia.

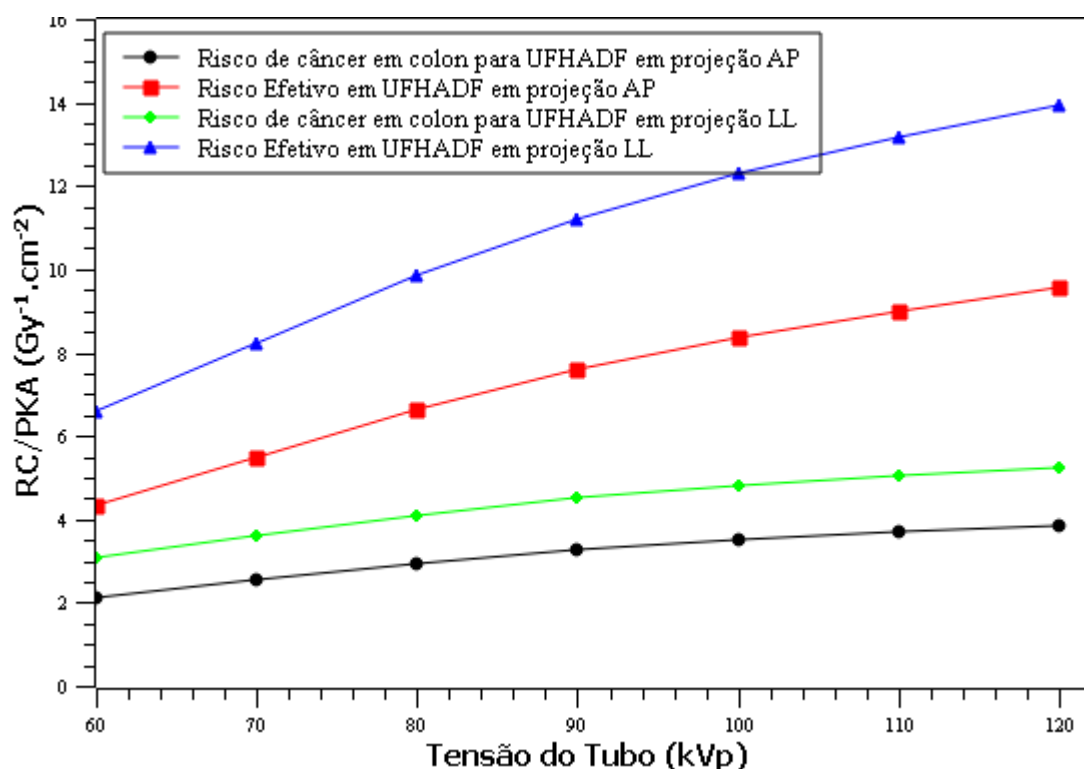


Figura 23: Risco de câncer para paciente do sexo feminino para cirurgia de cifoplastia.

A partir da Figura 22 é possível observar, nas curvas de risco de câncer do cólon para o simulador UFHADM, que o risco de câncer na projeção AP é levemente maior para os feixes de 60, 70 e 80 kVp. No entanto, este panorama é alterado a partir de 90 kVp para projeção LL, que passa a ser superior comparada com a projeção AP. Isso ocorre porque os feixes mais energéticos conseguem depositar dose em órgãos mais internos, como é o caso do cólon em projeção LL. Na Figura 23 observa-se que o risco efetivo para UFHADF é maior na projeção lateral. Nas simulações onde é utilizado o simulador feminino observa-se que a mesa reduz os valores de CC a valores menores que os CC da projeção antero-posterior. Já nas simulações do UFHADM, mesmo com a mesa blindando parte do feixe, os valores de CCs permanecem maiores na projeção AP.

4.4. Risco de câncer em cirurgia ortopédica

Para a mensuração do risco de câncer para o cirurgião ortopédico, foi utilizado um procedimento semelhante ao do paciente. Foi apenas analisado o caso que apresentou ser o mais grave, considerando o estudo de risco de câncer. Para o cirurgião ortopedista, o

pulmão apontou-se como órgão de maior gravidade, por estar posicionado próximo ao centro do feixe espalhado e apresentar maior risco de desenvolvimento da doença. Para o cirurgião, naturalmente os coeficientes de doses de radiação e de risco de câncer serão menores do que para o paciente. Mas, a preocupação com esse profissional é pertinente, uma vez que suas atividades laborais envolvem com frequência a utilização da radiação ionizante. As Figuras 24 e 25 mostram o risco de câncer para o pulmão e o risco efetivo para o cirurgião que trabalha com cifoplastia. As diferenças de risco de câncer para as projeções AP e LL do cirurgião ortopédico existem pois o tubo na projeção LL encontra-se em oposição ao médico cirurgião, proporcionando uma considerável redução na dose equivalente e, conseqüentemente, no risco de câncer.

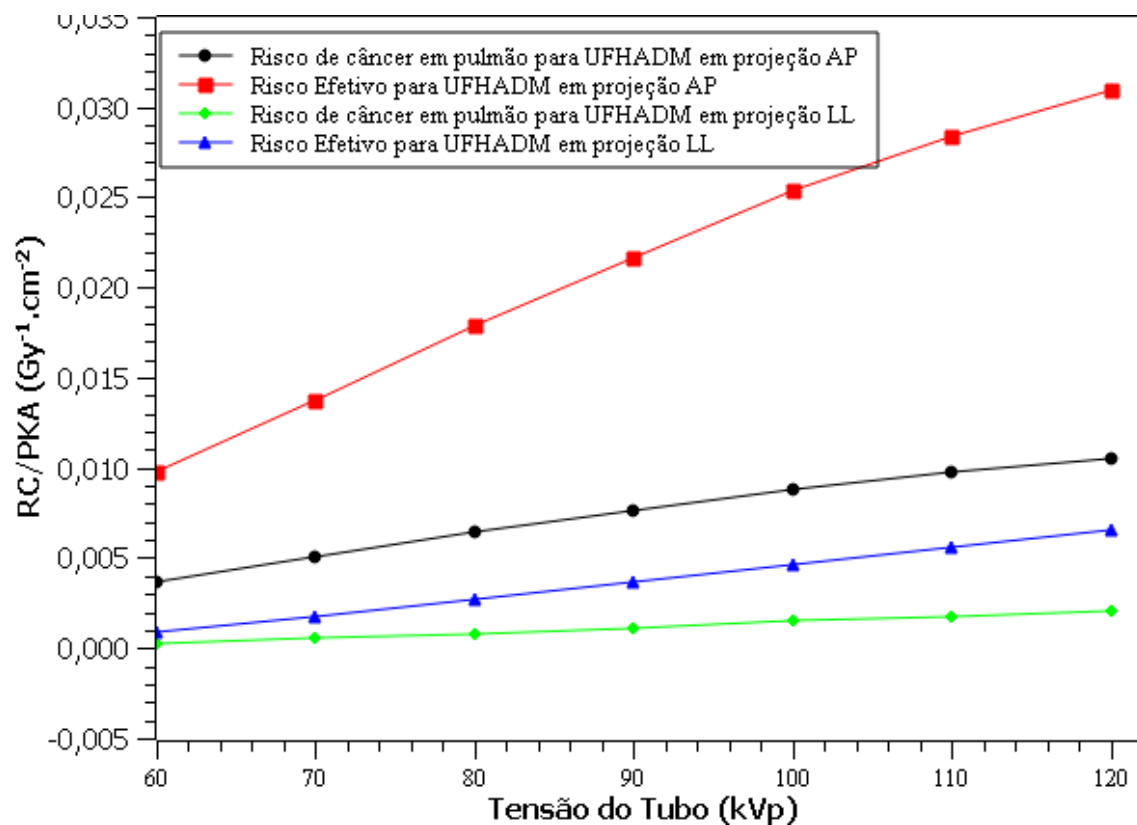


Figura 24: Risco de câncer para o cirurgião ortopédico (UFHADAM) para cirurgia de cifoplastia.

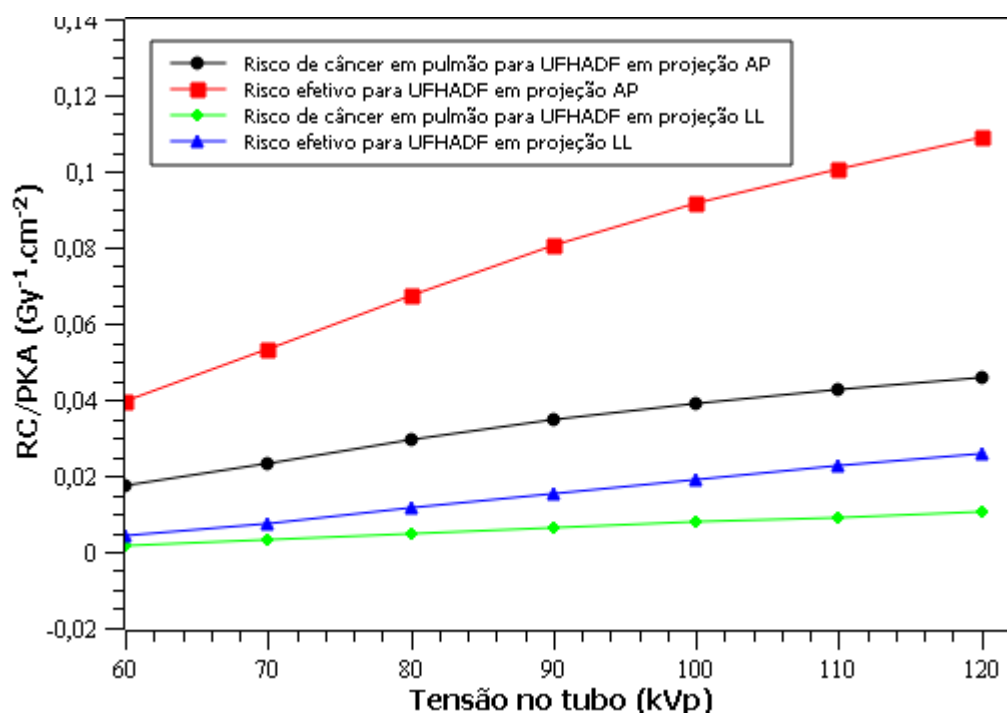


Figura 25: Risco de câncer para cirurgião ortopedista (UFHADF) para cirurgia de cifoplastia.

Por ser um órgão mais exposto, a mama apresenta-se com um alto fator de risco para câncer. Desta forma, o estudo de risco evidenciou a importância dos protetores individuais principalmente para as médicas cirurgiãs, ao demonstrar que o risco de câncer para mamas aumenta consideravelmente na ausência da proteção. Ver Tabela 4 e Tabela 18.

Tabela 18: Aumento de risco de câncer nas mamas em médicas cirurgiões devido ao não uso dos equipamentos de proteção.

Tensão do Tubo (kVp)	com EPI e com saiotte (Gy ⁻¹ .cm ⁻²)	sem EPI e com saiotte (Gy ⁻¹ .cm ⁻²)	Aumento percentual
60	1,43E-03	2,43E-02	94%
70	1,92E-03	2,89E-02	93%
80	2,53E-03	3,35E-02	92%
90	3,19E-03	3,71E-02	91%
100	3,80E-03	4,01E-02	91%
110	4,38E-03	4,23E-02	90%
120	4,80E-03	4,42E-02	89%
Valor Médio	3,15E-03	3,58E-02	91%

5. Conclusão

A modelagem de um cenário virtual para os procedimentos de cifoplastia permitiu o cálculo da dose equivalente, dose efetiva e risco de câncer normalizada pelo PKA. Ao considerar a média dos valores calculados, os valores de E/PKA aumentaram em 56% na projeção AP, quando comparados os cenários com e sem a mesa de cirurgia. Para cirurgias ortopédicas que utilizam equipamentos de proteção individual, os CCs para dose efetiva foram reduzidos em 66% a 68% para projeções AP e LL, respectivamente. Quando o saioté foi adicionado promoveu uma proteção adicional de até 5% nos CCs. Em relação ao CC de risco de câncer no paciente, o órgão que apresenta maior risco foi o cólon, enquanto que, para o médico cirurgião, foi o pulmão. Isso devido, principalmente, à localização dos órgãos dos respectivos fatores de risco. Os resultados deste trabalho mostram a importância da elaboração de cenários computacionais que tragam características mais próximas da prática clínica. Quando os cenários de irradiação virtuais detalham objetos, características do feixe de radiação e projeções de exposição, permitem chegar a valores mais próximos dos reais. Os CCs deste trabalho podem ser aplicados para estimar a dose equivalente, efetiva e risco de câncer em pacientes e cirurgias ortopédicas durante um procedimento de cifoplastia, desde que os parâmetros do equipamento de raios X sejam semelhantes e o PKA seja conhecido.

Trabalhos publicados no período

SANTOS, F. A. et al. Evaluation of medical exposure and exposure by the public in a typical scenario of examinations using mobile X-ray equipment through the Monte Carlo simulation. **Radiat. Meas.**, v. 89, p. 68-73, 2016.

SANTOS, F. A. et al. Evaluation of equivalent and effective dose by KAP for patient and orthopedic surgeon in vertebral compression fracture surgery. **Radiat. Phys. Chem.**, v. 132, p. 30-40, 2017.

SANTOS, F. A. et al. Cancer risk coefficient for patient undergoing kyphoplasty surgery using Monte Carlo Method. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 140, p. 423-427, 2017.

BIBLIOGRAFIA

- AGOSTINELLI, S. GEANT4 - a simulation toolkit. **Nucl. Inst. Meth. In. Phy. Res.**, v. 506, p. 250-303, 2003.
- ANVISA. **Resolução - RDC nº 50**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília, p. 1-144. 2002.
- ATTIX, F. H. **Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry**. USA: John Wiley & Sons, 1986.
- BARÓ, J. et al. An algorithm for Monte Carlo simulation of the penetration and energy loss of electron and positrons in matter. **Nucl. Ins. Meth. In Phy. Res.**, v. 100, p. 31-46, 1995.
- BOSZCZYK, B. M. et al. Fluoroscopic radiation exposure of the kyphoplasty patient. **Eur. Spine J.**, v. 15, p. 347-355.
- BRENNER, D. Effective dose: a flawed concept that could and should be replaced. **Br J Radiol.**, v. 81, n. 967, p. 521-523, 2008.
- BRENNER, D. J. et al. Cancer risks attributable to low doses of ionizing radiation: assessing what we really know. **PNAS**, v. 100, n. 24, p. 13761–13766, 2003.
- BRENNER, D.; HUDA, W. Effective dose: A useful concept In diagnostic radiology? **Radiation Protection Dosimetry**, v. 128, n. 4, p. 503-508, 2008.
- BRIESMEISTER, J. F. **MCNP – A general Monte Carlo code for neutron and photon**. [S.l.]: [s.n.], 1986.
- BUSHBERG, J. T. et al. **The Essential Physics of Medical Imaging**. USA: Lippincott Williams & Wilkins, 2012.
- BUSHONG, S. C. **Ciência radiológica para tecnólogos**. [S.l.]: [s.n.], 2010.
- CERQUEIRA, R. A. D. et al. Construção de um objeto simulador antropomórfico de tórax para medidas de controle da qualidade da imagem em radiodiagnóstico. **Revista Brasileira de Física Médica**, 2011.
- CHAN, H.-P.; DOI, K. The validity of Monte Carlo simulation in studies of scattered radiation in diagnostic radiology. **Phys. Med. Biol.**, v. 28, p. 109-129, 1983.
- CRANLEY, K. et al. **Catalogue of diagnostic x-ray spectra and other data**. Institute of Physics and Engineering in Medicine. [S.l.]. 1997.
- EDIDIN, A. A. et al. Life expectancy following diagnosis of a vertebral compression fracture. **Osteoporos Int.**, v. 24, p. 451-458, 2013.

EINSTEIN, A. J.; HENZLOVA, M. J.; RAJAGOPALAN, S. Estimating Risk of Cancer Associated With Radiation Exposure From 64-Slice Computed Tomography Coronary Angiography. **JAMA**, v. 298, n. 3, p. 317-323, 2007.

GANGI, A. et al. Percutaneous Vertebroplasty: Indications, Technique, and Results. **RadioGraphics**, v. 23, n. 2, p. <http://pubs.rsna.org/doi/full/10.1148/rg.e10>, 2003.

HARSTALL, R. et al. Radiation exposure to the surgeon during fluoroscopically assisted percutaneous vertebroplasty: a prospective study. **Spine**, v. 30, p. 1893-1898, 2005.

HUNT, J.; SILVA, F.; SANTOS, S. Visual Monte Carlo and its application to internal and external dosimetry. in: Advanced Monte Carlo for Radiation Physics. Particle Transport Simulation and Applications. **Proceedings of the Monte Carlo 2000 Conference**, Berlim, v. 25, p. 345-350, 2000.

IAEA. **Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students**. Austria: IAEA, 2005.

IAEA. **International Atomic Energy Agency**, 2018. Disponível em: <<https://www.iaea.org/>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

IAEA 457. **Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice**. Vienna: IAEA, 2007.

ICRP 103. **The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection**. USA: Elsevier, 2007.

ICRP. **Adult Reference Computational Phantoms**. ICRP Publication 110: [s.n.], 2009.

ICRP 23. **Report of the Task Group on Reference Man**. Oxford: Pergamon Press, 1974.

ICRP 89. **Basic anatomical and physiological for use in radiological protection**. Oxford: Pergamon Press, 2002.

IMAGEJ. **ImageJ. ImageJ Disclaimer**, 1997. Disponível em: <<http://rsbweb.nih.gov/ij/disclaimer.html>>. Acesso em: 1 Outubro 2017.

JOHNS, H. E.; CUNNINGHAM, J. R. **The Physics of Radiology**. [S.l.]: [s.n.], 1983.

KENNETH, A.; VAN, R. **White Rock Science**. [S.l.]: [s.n.], 2005.

KNOLL, G. F. **Radiation Detection and Measurement**. USA: John Wiley & Sons, 2000.

KRAMER, R. et al. **Calculation of dose from external photon exposure using reference human phantom and Monte Carlo methods. Part I: The Male (ADAM) and Female (EVA) Adult Mathematical phantoms**. Neuherberg: National Research for Environment and Health, 1982.

KRAMER, R. et al. **The calculation of dose from external fóton exposures using reference human phantoms and Monte Carlo methods.** [S.l.]: [s.n.], 1982.

LEDLIE, J. T.; RENFRO, M. Balloon kyphoplasty: 1-year outcomes in vertebral body height restoration, chronic pain, and activity levels. **J. Neurosurg**, v. 98, p. 36-42, 2003.

LEE, C. et al. The UF family of reference hybrid phantoms for computational radiation dosimetry. **Phys. Med. Biol.**, v. 55, p. 339-363, 2010.

LIEBERMAN, I. H. et al. Initial outcome and efficacy of 'kyphoplasty' in the treatment of painful osteoporotic vertebral compression fracture. **Spine**, v. 26, p. 1631-1638, 2001.

LONJON, N. et al. Surgeon's and patient's radiation exposure through vertebral body cement augmentation procedures: a prospectivemulticentric study of 49 cases. **World Neurosurgery**, v. 93, p. 371-376, 2016.

MAH, E. et al. Monte Carlo modeling of the scatter radiation doses in IR. **Med. Imaging**, v. 7961, p. 79613H-1-H-11, 2011.

MCCONN, R. J. et al. **Compendium of Material Composition Data for Radiation Transport Modeling.** [S.l.]: [s.n.], 2011.

MILIAN, F. M. et al. Deselopment of voxel models from 3D surfaces: optimized methodology. **Revista Brasileira de Física Médica**, 2011.

MROZ, T. et al. Radiation exposure to the patient and the surgeon during kyphoplasty. **The Spine Journal**, v. 6, p. 52S, 2006.

NACIONAL RESEARCH COUNCIL. **Health risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation BEIR VII.** Washington: The National Academies Press, 2006.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica - 4 Ótica, Relatividade e Física Quântica.** [S.l.]: [s.n.], 1998.

OKUNO, E.; YOSHIMURA, E. **Física das Radiações.** São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

ORTIZ, A. O. et al. Significantly reduced radiation exposure to operators du ring kyphoplasty and vertebroplasty procedures: methods and techniques. **J. Neuroradiol.**, v. 27, p. 989-994, 2006.

PANIZZA, D. et al. Patient radiation exposure during different kyphoplasty techniques. **Radiat. Prot. Dosim.**, v. 158, p. 230-234, 2014.

PELOWITZ, D. B. **MCNPX User's Manual.** Los Alamos Nacional Laboratory. Los Alamos. 2011.

PERISINAKIS, K. et al. Patient exposures and associated radiation risk from fluoroscopically guided vertebroplasty or kyphoplasty. **Radiology**, v. 232, p. 701-707, 2004.

PODGORSK, E. B. **Radiation Physics for Medical Physics**. USA: Springer, 2005.

R.A., P.; E.R., P. **Essential Nuclear Medicine Physics**. [S.l.]: [s.n.], 2006.

RASBAND, W. Scioncorp.com, 2000. Disponivel em: <www.scioncorp.com>. Acesso em: 1 Setembro 2017.

RIGGS, B. L.; MELTON, L. J. 3. The worldwide problem of osteoporosis: insights afforded by epidemiology. **Bone**, v. 17, p. 505S-511S, 1995.

ROGERES, D. W. Low energy electron transport with EGS. **Nucl. Inst. Meth. In Phy. Res.**, v. 227, p. 535 - 548, 1984.

RSD. **RADIOLOGY SUPPORT DEVICES**, 2013. Disponivel em: <http://www.rsdphantoms.com/rt_art.htm>.

SAMARA, E. T. et al. Patient radiation risk in Interventional Cardiology. **OMICS Journal of Radiology**, v. 1, n. 2, p. 1-9, 2012.

SANTOS, F. A. et al. Evaluation of medical exposure and exposure by the public in a typical scenario of examinations using mobile X-ray equipment through the Monte Carlo simulation. **Radiat. Meas.**, v. 89, p. 68-73, 2016.

SANTOS, F. A. et al. Cancer risk coefficient for patient undergoing kyphoplasty surgery using Monte Carlo Method. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 140, p. 423-427, 2017.

SANTOS, F. A. et al. Evaluation of equivalent and effective dose by KAP for patient and orthopedic surgeon in vertebral compression fracture surgery. **Radiat. Phys. Chem.**, v. 132, p. 30-40, 2017.

SANTOS, W. S. et al. Using the Monte Carlo technique to calculate dose conversion coefficient for medical professionals in interventional radiology. **Radiat. Phys. Chem.**, v. 95, p. 177-180, 2014.

SANTOS, W. S. et al. Evaluation of the medical and occupational shielding in cerebral angiography using Monte Carlo simulations and virtual anthropomorphic phantoms. **Radiat. Phys. Chem.**, v. 117, p. 83-87, 2015.

SANTOS, W. S.; MAIA, A. F. Evaluation of personal doses associated with the use of mobile x-rays in a brazilian hospital. **Radiation Protection Dosimetry**, 2012.

SCHILS, F.; SCHOOJANS, W.; STRUELENS, L. The surgeon's real dose exposure during balloon kyphoplasty procedure and evaluation of the cement delivery system: a prospective study. **Eur. Spine J.**, v. 22, p. 1758-1764, 2013.

SCHNEIDER, F. et al. Radiation protection for an intraoperative-ray source compared to C-arm fluoroscopy. **Z. Med. Physik**, v. 24, p. 243-251, 2014.

SEIBERT, J. A. Vertebroplasty and kyphoplasty: do fluoroscopy operators know about radiation dose, and should they want to know? **Radiology**, v. 232, p. 633–634, 2004.

SNYDER, W. S. et al. **Revision of MIRD pamphlet no 5 entitled "Estimates of absorbed fractions for monoenergetic photon sources uniformly distributed in various organs of a heterogeneous phantom"**. Tennessee: Oak Ridge National Laboratory, 1974.

SOBOL, I. M. **A primer for the Monte Carlo method**. [S.l.]: [s.n.], 1994.

STABIN, M. et al. **Mathematical models and specific absorbed fraction of photon energy in the nonpregnant adult female and at the end of each trimester of pregnancy**. Oak Ridge: Oak Ridge National Laboratory, 1995.

TIPLER, P. A.; LLEWELLYN, R. A. **Física Moderna**. [S.l.]: [s.n.], 2010.

TOROI, P.; KOMPPA, T.; KOSUNEN, A. A tandem calibration method for kerma-area product meters. **Physics in Medicine & Biology**, v. 53, n. 18, p. 4941-58, 2008.

TUCKER, D. M.; BARNES, G. T.; HAKRABORTY, C. A. A semipirical model for generating tungsten target x-ray spectra. **Physics in Medicina and Biology**, 1991.

TURNER, J. E. **Atoms, Radiation, and Radiation Protection**. Federal Republic of Germany: Wiley-VCH, 2007.

XU, G. et al. A boundary-representation lethod for designing whole-body radiation dosimetry models: preganant femeles at the end of three gestational periods-RPI-P3, P6 and P9. **Phys. Med. Biol.**, v. 52, n. 23, p. 7023-44, 2007.

YORIYAZ, H. Método de Monte Carlo: princípios e aplicações em Física Médica. **Revista Brasileira de Física Médica**, 2009.

ANEXO A

Anexo A.1: H_T /PKA e E/PKA em mSv/Gy.cm² para paciente (UFHADM) em cenários com a mesa de cirurgia em projeção AnteroPosterior (AP). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo(kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Medula vermelha	3,50E-02	0,02%	5,05E-02	0,02%	6,72E-02	0,02%	8,23E-02	0,01%	9,54E-02	0,01%	1,07E-01	0,01%	1,17E-01	0,01%
Cólon	2,36E-01	0,03%	2,85E-01	0,03%	3,30E-01	0,03%	3,67E-01	0,03%	3,96E-01	0,03%	4,20E-01	0,03%	4,39E-01	0,03%
Pulmão	1,50E-03	0,19%	2,28E-03	0,17%	3,13E-03	0,15%	3,92E-03	0,14%	4,60E-03	0,13%	5,20E-03	0,13%	5,72E-03	0,12%
Estômago	1,65E-02	0,21%	2,35E-02	0,19%	3,06E-02	0,17%	3,71E-02	0,16%	4,24E-02	0,15%	4,67E-02	0,15%	5,03E-02	0,14%
Mama	1,62E-02	0,48%	1,92E-02	0,47%	2,18E-02	0,46%	2,38E-02	0,45%	2,55E-02	0,44%	2,68E-02	0,44%	2,77E-02	0,43%
Testículos	1,43E-01	0,15%	1,72E-01	0,14%	1,99E-01	0,14%	2,21E-01	0,14%	2,38E-01	0,13%	2,51E-01	0,13%	2,62E-01	0,13%
Bexiga	4,18E-01	0,07%	5,34E-01	0,07%	6,44E-01	0,07%	7,35E-01	0,06%	8,08E-01	0,06%	8,68E-01	0,06%	9,17E-01	0,06%
Esôfago	1,32E-03	1,41%	2,21E-03	1,16%	3,22E-03	1,01%	4,25E-03	0,90%	5,24E-03	0,83%	6,02E-03	0,78%	6,85E-03	0,74%
Fígado	1,25E-02	0,07%	1,79E-02	0,06%	2,35E-02	0,06%	2,85E-02	0,06%	3,28E-02	0,05%	3,63E-02	0,05%	3,93E-02	0,05%
Tireoide	1,75E-03	1,72%	2,30E-03	1,61%	2,97E-03	1,49%	3,31E-03	1,46%	3,68E-03	1,42%	4,09E-03	1,36%	4,39E-03	1,34%
Superfície Óssea	2,76E-02	0,02%	4,03E-02	0,02%	5,38E-02	0,02%	6,58E-02	0,01%	7,58E-02	0,01%	8,42E-02	0,01%	9,13E-02	0,01%
Cérebro	1,60E-04	0,72%	2,63E-04	0,61%	3,80E-04	0,53%	4,84E-04	0,49%	5,84E-04	0,46%	6,68E-04	0,44%	7,42E-04	0,42%
Glândulas Salivares	4,05E-03	0,55%	4,84E-03	0,54%	5,52E-03	0,53%	6,00E-03	0,53%	6,40E-03	0,52%	6,70E-03	0,51%	6,99E-03	0,51%
Pele	6,33E-02	0,02%	6,95E-02	0,02%	7,51E-02	0,02%	7,95E-02	0,02%	8,29E-02	0,02%	8,56E-02	0,02%	8,78E-02	0,02%
Adrenais	7,88E-03	0,98%	1,26E-02	0,82%	1,82E-02	0,72%	2,31E-02	0,65%	2,78E-02	0,61%	3,19E-02	0,57%	3,51E-02	0,55%
Região Extratorácica	1,46E-03	1,40%	1,99E-03	1,29%	2,47E-03	1,22%	2,85E-03	1,18%	3,21E-03	1,13%	3,43E-03	1,11%	3,60E-03	1,09%
Vesícula Biliar	2,36E-02	0,64%	3,50E-02	0,57%	4,62E-02	0,51%	5,72E-02	0,48%	6,58E-02	0,45%	7,34E-02	0,43%	7,96E-02	0,42%
Coração	4,12E-03	0,28%	5,94E-03	0,25%	7,88E-03	0,23%	9,62E-03	0,21%	1,11E-02	0,20%	1,23E-02	0,20%	1,34E-02	0,19%
Rins	2,39E-02	0,12%	3,61E-02	0,11%	4,94E-02	0,10%	6,13E-02	0,09%	7,16E-02	0,08%	8,04E-02	0,08%	8,82E-02	0,08%
Músculos	7,21E-02	0,01%	8,80E-02	0,01%	1,03E-01	0,01%	1,16E-01	0,01%	1,26E-01	0,01%	1,34E-01	0,01%	1,41E-01	0,01%
Mucosa Oral	4,42E-03	0,57%	5,34E-03	0,56%	6,10E-03	0,55%	6,77E-03	0,54%	7,19E-03	0,53%	7,55E-03	0,53%	7,87E-03	0,52%
Pâncreas	2,94E-02	0,16%	4,31E-02	0,14%	5,80E-02	0,13%	7,08E-02	0,12%	8,17E-02	0,12%	9,07E-02	0,11%	9,84E-02	0,11%
Próstata	2,50E-02	0,13%	3,33E-02	0,12%	4,15E-02	0,11%	4,86E-02	0,10%	5,45E-02	0,10%	5,95E-02	0,10%	6,37E-02	0,09%
Intestino Delgado	3,63E-01	0,02%	4,49E-01	0,02%	5,29E-01	0,02%	5,95E-01	0,02%	6,47E-01	0,02%	6,89E-01	0,02%	7,23E-01	0,02%
Baço	3,20E-03	1,53%	5,39E-03	1,27%	7,96E-03	1,09%	1,03E-02	1,00%	1,26E-02	0,92%	1,47E-02	0,86%	1,63E-02	0,82%
Timos	9,28E-04	2,11%	1,42E-03	1,82%	2,01E-03	1,61%	2,52E-03	1,48%	3,03E-03	1,38%	3,27E-03	1,33%	3,68E-03	1,28%
E/PKA	7,20E-02	0,60%	8,99E-02	0,60%	1,07E-01	0,60%	1,22E-01	0,56%	1,33E-01	0,55%	1,43E-01	0,55%	1,51E-01	0,55%

Anexo A.2: H_T /PKA e E/PKA em mSv/Gy.cm² para paciente (UFHADM) em cenários com a mesa de cirurgia em projeção LateroLateral (LL). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo(kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Medula vermelha	8,31E-02	0,01%	1,10E-01	0,01%	1,39E-01	0,01%	1,64E-01	0,01%	1,85E-01	0,01%	2,03E-01	0,01%	2,18E-01	0,01%
Cólon	2,14E-01	0,04%	2,72E-01	0,03%	3,28E-01	0,03%	3,75E-01	0,03%	4,13E-01	0,03%	4,43E-01	0,03%	4,69E-01	0,03%
Pulmão	4,51E-04	0,34%	7,87E-04	0,28%	1,22E-03	0,24%	1,64E-03	0,21%	2,04E-03	0,20%	2,40E-03	0,18%	2,74E-03	0,17%
Estômago	1,05E-02	0,26%	1,66E-02	0,22%	2,34E-02	0,20%	2,96E-02	0,18%	3,51E-02	0,17%	3,94E-02	0,16%	4,34E-02	0,15%
Mama	2,08E-03	1,33%	2,80E-03	1,22%	3,59E-03	1,13%	4,33E-03	1,06%	4,84E-03	1,02%	5,31E-03	0,98%	5,71E-03	0,95%
Testículos	3,16E-02	0,31%	4,62E-02	0,28%	6,14E-02	0,25%	7,52E-02	0,24%	8,67E-02	0,22%	9,69E-02	0,21%	1,06E-01	0,21%
Bexiga	1,57E-01	0,12%	2,30E-01	0,11%	3,08E-01	0,10%	3,77E-01	0,09%	4,34E-01	0,08%	4,82E-01	0,08%	5,24E-01	0,08%
Esôfago	5,99E-04	2,09%	1,21E-03	1,57%	1,90E-03	1,31%	2,61E-03	1,15%	3,30E-03	1,05%	3,91E-03	0,97%	4,46E-03	0,91%
Fígado	3,00E-03	0,15%	5,23E-03	0,12%	7,97E-03	0,10%	1,06E-02	0,09%	1,31E-02	0,09%	1,52E-02	0,08%	1,72E-02	0,08%
Tireoide	5,71E-04	2,98%	8,16E-04	2,67%	1,02E-03	2,52%	1,24E-03	2,37%	1,38E-03	2,29%	1,61E-03	2,18%	1,67E-03	2,14%
Superfície Óssea	7,17E-02	0,01%	9,60E-02	0,01%	1,21E-01	0,01%	1,41E-01	0,01%	1,58E-01	0,01%	1,72E-01	0,01%	1,83E-01	0,01%
Cérebro	4,12E-05	1,37%	7,27E-05	1,12%	1,11E-04	0,97%	1,45E-04	0,88%	1,81E-04	0,81%	2,10E-04	0,77%	2,37E-04	0,73%
Glândulas Salivares	4,99E-04	1,54%	6,74E-04	1,43%	8,52E-04	1,35%	1,01E-03	1,27%	1,12E-03	1,24%	1,19E-03	1,22%	1,28E-03	1,18%
Pele	1,17E-01	0,01%	1,24E-01	0,01%	1,30E-01	0,01%	1,34E-01	0,01%	1,38E-01	0,01%	1,41E-01	0,01%	1,43E-01	0,01%
Adrenais	5,52E-03	1,17%	9,55E-03	0,95%	1,43E-02	0,81%	1,93E-02	0,72%	2,35E-02	0,66%	2,70E-02	0,62%	3,06E-02	0,59%
Região Extratorácica	4,15E-04	2,60%	5,76E-04	2,36%	7,59E-04	2,19%	8,95E-04	2,07%	1,09E-03	1,94%	1,17E-03	1,89%	1,31E-03	1,81%
Vesícula Biliar	8,52E-03	1,08%	1,42E-02	0,89%	2,12E-02	0,76%	2,77E-02	0,69%	3,32E-02	0,64%	3,87E-02	0,60%	4,30E-02	0,57%
Coração	1,03E-03	0,56%	1,81E-03	0,45%	2,76E-03	0,38%	3,69E-03	0,34%	4,59E-03	0,32%	5,35E-03	0,30%	6,06E-03	0,28%
Rins	2,62E-02	0,12%	3,99E-02	0,10%	5,51E-02	0,09%	6,88E-02	0,08%	8,04E-02	0,08%	9,03E-02	0,08%	9,89E-02	0,07%
Músculos	1,25E-01	0,00%	1,47E-01	0,00%	1,67E-01	0,00%	1,84E-01	0,00%	1,98E-01	0,00%	2,08E-01	0,00%	2,17E-01	0,00%
Mucosa Oral	5,50E-04	1,59%	7,50E-04	1,46%	9,83E-04	1,35%	1,15E-03	1,29%	1,31E-03	1,24%	1,42E-03	1,21%	1,50E-03	1,18%
Pâncreas	3,75E-02	0,14%	5,61E-02	0,13%	7,59E-02	0,11%	9,33E-02	0,11%	1,08E-01	0,10%	1,20E-01	0,10%	1,30E-01	0,09%
Próstata	8,93E-03	0,21%	1,36E-02	0,18%	1,86E-02	0,16%	2,32E-02	0,15%	2,72E-02	0,14%	3,06E-02	0,13%	3,36E-02	0,13%
Intestino Delgado	2,35E-01	0,03%	3,03E-01	0,03%	3,70E-01	0,02%	4,26E-01	0,02%	4,72E-01	0,02%	5,10E-01	0,02%	5,42E-01	0,02%
Baço	4,64E-03	1,27%	7,92E-03	1,04%	1,16E-02	0,91%	1,51E-02	0,82%	1,84E-02	0,76%	2,11E-02	0,72%	2,34E-02	0,69%
Timos	2,38E-04	4,14%	3,82E-04	3,47%	5,74E-04	2,99%	8,30E-04	2,60%	9,52E-04	2,45%	1,14E-03	2,27%	1,28E-03	2,15%
E/PKA	5,26E-02	0,54%	6,96E-02	0,53%	8,69E-02	0,52%	1,02E-01	0,50%	1,14E-01	0,48%	1,25E-01	0,48%	1,34E-01	0,48%

Anexo A.3: H_T/PKA e E/PKA em mSv/Gy.cm² para paciente (UFHADM) em cenários sem a mesa de cirurgia em projeção AnteroPosterior (AP). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Medula vermelha	6,76E-02	0,04%	9,43E-02	0,04%	1,22E-01	0,03%	1,48E-01	0,03%	1,69E-01	0,03%	1,87E-01	0,03%	2,03E-01	0,03%
Cólon	4,21E-01	0,08%	4,90E-01	0,08%	5,54E-01	0,08%	6,06E-01	0,08%	6,46E-01	0,08%	6,78E-01	0,08%	7,03E-01	0,08%
Pulmão	3,24E-04	1,31%	6,31E-04	1,01%	1,02E-03	0,84%	1,44E-03	0,73%	1,82E-03	0,66%	2,17E-03	0,62%	2,53E-03	0,58%
Estômago	1,20E-02	0,77%	1,82E-02	0,67%	2,52E-02	0,59%	3,16E-02	0,55%	3,69E-02	0,52%	4,17E-02	0,49%	4,57E-02	0,47%
Mama	7,45E-04	7,08%	1,03E-03	6,44%	1,33E-03	5,87%	1,72E-03	5,30%	1,98E-03	4,98%	2,37E-03	4,61%	3,02E-03	4,22%
Testículos	1,49E-01	0,45%	1,85E-01	0,44%	2,22E-01	0,42%	2,49E-01	0,41%	2,71E-01	0,40%	2,87E-01	0,39%	3,02E-01	0,39%
Bexiga	8,54E-01	0,16%	1,05E+00	0,16%	1,24E+00	0,15%	1,39E+00	0,15%	1,50E+00	0,14%	1,59E+00	0,14%	1,67E+00	0,14%
Esôfago	9,30E-04	5,34%	1,64E-03	4,24%	2,50E-03	3,65%	3,42E-03	3,18%	3,98E-03	2,99%	4,83E-03	2,76%	5,59E-03	2,59%
Fígado	8,09E-03	0,28%	1,28E-02	0,24%	1,80E-02	0,22%	2,29E-02	0,20%	2,71E-02	0,19%	3,05E-02	0,18%	3,36E-02	0,17%
Tireoide	1,26E-04	20,23%	1,59E-04	18,40%	2,74E-04	15,77%	2,99E-04	15,29%	3,69E-04	14,16%	4,83E-04	12,70%	5,21E-04	12,42%
Superfície Óssea	5,21E-02	0,04%	7,36E-02	0,04%	9,60E-02	0,03%	1,15E-01	0,03%	1,31E-01	0,03%	1,44E-01	0,03%	1,55E-01	0,03%
Cérebro	1,22E-05	8,07%	2,28E-05	6,35%	3,35E-05	5,55%	4,39E-05	5,03%	5,94E-05	4,50%	6,61E-05	4,33%	7,70E-05	4,03%
Glândulas Salivares	1,14E-04	10,26%	1,67E-04	9,14%	1,90E-04	9,13%	2,11E-04	8,86%	2,43E-04	8,57%	2,31E-04	8,84%	2,81E-04	7,92%
Pele	1,03E-01	0,04%	1,09E-01	0,04%	1,14E-01	0,05%	1,19E-01	0,05%	1,22E-01	0,05%	1,24E-01	0,05%	1,26E-01	0,05%
Adrenais	1,01E-02	2,74%	1,59E-02	2,32%	2,36E-02	1,98%	2,96E-02	1,82%	3,48E-02	1,71%	3,97E-02	1,61%	4,53E-02	1,53%
Região Extratorácica	8,62E-05	17,87%	1,57E-04	13,95%	1,90E-04	14,26%	2,53E-04	12,49%	2,63E-04	12,41%	3,04E-04	11,78%	3,77E-04	10,78%
Vesícula Biliar	2,80E-02	1,88%	4,13E-02	1,64%	5,65E-02	1,47%	6,91E-02	1,37%	8,04E-02	1,29%	8,99E-02	1,23%	9,57E-02	1,20%
Coração	8,49E-04	1,96%	1,59E-03	1,54%	2,44E-03	1,30%	3,44E-03	1,14%	4,18E-03	1,05%	4,97E-03	0,97%	5,72E-03	0,92%
Rins	4,23E-02	0,29%	6,21E-02	0,26%	8,33E-02	0,24%	1,02E-01	0,22%	1,17E-01	0,21%	1,30E-01	0,20%	1,42E-01	0,19%
Músculos	1,33E-01	0,01%	1,57E-01	0,01%	1,79E-01	0,01%	1,97E-01	0,01%	2,11E-01	0,01%	2,23E-01	0,01%	2,32E-01	0,01%
Mucosa Oral	1,34E-04	10,38%	1,64E-04	10,20%	2,26E-04	9,03%	2,00E-04	9,85%	2,98E-04	8,44%	2,63E-04	8,90%	2,98E-04	8,43%
Pâncreas	4,18E-02	0,43%	6,10E-02	0,38%	8,11E-02	0,35%	9,86E-02	0,33%	1,14E-01	0,31%	1,26E-01	0,30%	1,36E-01	0,29%
Próstata	4,35E-02	0,30%	5,64E-02	0,28%	6,90E-02	0,27%	7,97E-02	0,25%	8,86E-02	0,25%	9,58E-02	0,24%	1,02E-01	0,23%
Intestino Delgado	7,11E-01	0,05%	8,50E-01	0,05%	9,75E-01	0,05%	1,08E+00	0,05%	1,15E+00	0,04%	1,21E+00	0,04%	1,26E+00	0,04%
Baço	3,22E-03	4,79%	5,83E-03	3,86%	8,88E-03	3,28%	1,17E-02	2,93%	1,46E-02	2,70%	1,76E-02	2,51%	1,89E-02	2,42%
Timos	5,54E-05	26,38%	1,93E-04	16,00%	2,70E-04	14,70%	4,47E-04	11,27%	5,53E-04	10,43%	6,51E-04	9,44%	7,34E-04	9,29%
E/PKA	1,18E-01	1,47%	1,44E-01	1,49%	1,69E-01	1,44%	1,90E-01	1,44%	2,06E-01	1,37%	2,19E-01	1,36%	2,30E-01	1,36%

Anexo A.4: H_T /PKA e E /PKA em mSv/Gy.cm² para paciente (UFHADM) em cenários sem a mesa de cirurgia em projeção LateroLateral (LL). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Medula vermelha	8,29E-02	0,03%	1,10E-01	0,03%	1,38E-01	0,03%	1,63E-01	0,03%	1,84E-01	0,03%	2,02E-01	0,03%	2,18E-01	0,02%
Cólon	2,12E-01	0,12%	2,69E-01	0,11%	3,24E-01	0,11%	3,71E-01	0,10%	4,08E-01	0,10%	4,38E-01	0,10%	4,63E-01	0,09%
Pulmão	2,67E-04	1,43%	5,07E-04	1,12%	8,27E-04	0,93%	1,13E-03	0,82%	1,44E-03	0,74%	1,74E-03	0,69%	2,05E-03	0,64%
Estômago	9,65E-03	0,86%	1,54E-02	0,73%	2,18E-02	0,64%	2,75E-02	0,59%	3,27E-02	0,55%	3,71E-02	0,52%	4,07E-02	0,50%
Mama	2,87E-04	11,75%	4,98E-04	9,14%	8,81E-04	7,35%	1,10E-03	6,53%	1,36E-03	6,12%	1,62E-03	5,60%	2,01E-03	5,13%
Testículos	2,77E-02	1,07%	4,16E-02	0,93%	5,53E-02	0,85%	6,85E-02	0,79%	7,84E-02	0,75%	8,92E-02	0,71%	9,72E-02	0,68%
Bexiga	1,56E-01	0,38%	2,29E-01	0,34%	3,07E-01	0,30%	3,75E-01	0,28%	4,32E-01	0,27%	4,82E-01	0,26%	5,24E-01	0,25%
Esôfago	5,40E-04	6,98%	1,11E-03	5,22%	1,58E-03	4,47%	2,43E-03	3,81%	2,95E-03	3,50%	3,44E-03	3,27%	4,03E-03	3,06%
Fígado	2,55E-03	0,51%	4,55E-03	0,41%	7,03E-03	0,35%	9,43E-03	0,32%	1,16E-02	0,29%	1,36E-02	0,27%	1,54E-02	0,26%
Tireoide	5,27E-05	29,43%	9,51E-05	25,62%	1,98E-04	18,70%	1,64E-04	19,70%	2,98E-04	15,81%	2,60E-04	17,09%	3,49E-04	15,01%
Superfície Óssea	7,14E-02	0,03%	9,57E-02	0,03%	1,20E-01	0,03%	1,41E-01	0,03%	1,58E-01	0,03%	1,71E-01	0,03%	1,82E-01	0,02%
Cérebro	1,25E-05	7,84%	2,37E-05	6,22%	3,89E-05	5,16%	5,36E-05	4,63%	6,25E-05	4,37%	7,32E-05	4,09%	8,64E-05	3,83%
Glândulas Salivares	4,80E-05	15,91%	6,56E-05	14,68%	9,56E-05	12,41%	1,23E-04	11,35%	1,43E-04	10,87%	1,55E-04	10,52%	1,90E-04	9,77%
Pele	1,16E-01	0,04%	1,22E-01	0,04%	1,28E-01	0,04%	1,32E-01	0,04%	1,36E-01	0,04%	1,39E-01	0,04%	1,41E-01	0,04%
Adrenais	5,71E-03	3,68%	9,41E-03	3,02%	1,39E-02	2,59%	1,88E-02	2,30%	2,32E-02	2,13%	2,68E-02	2,00%	2,98E-02	1,88%
Região Extratorácica	8,21E-05	19,39%	5,79E-05	23,99%	1,56E-04	15,03%	1,99E-04	14,37%	2,35E-04	14,07%	2,19E-04	13,63%	2,89E-04	12,03%
Vesícula Biliar	7,96E-03	3,55%	1,34E-02	2,88%	2,10E-02	2,41%	2,67E-02	2,20%	3,27E-02	2,04%	3,76E-02	1,91%	4,10E-02	1,84%
Coração	5,99E-04	2,34%	1,15E-03	1,81%	1,89E-03	1,48%	2,56E-03	1,31%	3,44E-03	1,16%	3,97E-03	1,09%	4,52E-03	1,03%
Rins	2,61E-02	0,37%	3,96E-02	0,32%	5,49E-02	0,29%	6,82E-02	0,27%	8,00E-02	0,25%	8,97E-02	0,24%	9,80E-02	0,23%
Músculos	1,24E-01	0,01%	1,46E-01	0,01%	1,66E-01	0,01%	1,83E-01	0,01%	1,96E-01	0,01%	2,07E-01	0,01%	2,15E-01	0,01%
Mucosa Oral	4,91E-05	16,76%	7,70E-05	14,95%	8,90E-05	14,12%	9,31E-05	14,15%	1,49E-04	11,62%	1,67E-04	11,13%	2,00E-04	10,47%
Pâncreas	3,72E-02	0,46%	5,55E-02	0,40%	7,57E-02	0,36%	9,25E-02	0,34%	1,07E-01	0,32%	1,19E-01	0,31%	1,29E-01	0,30%
Próstata	8,47E-03	0,68%	1,28E-02	0,59%	1,75E-02	0,53%	2,20E-02	0,48%	2,59E-02	0,45%	2,92E-02	0,43%	3,22E-02	0,41%
Intestino Delgado	2,34E-01	0,09%	3,01E-01	0,08%	3,67E-01	0,08%	4,23E-01	0,07%	4,69E-01	0,07%	5,07E-01	0,07%	5,38E-01	0,07%
Baço	4,64E-03	1,30%	7,84E-03	1,10%	1,14E-02	0,96%	1,51E-02	0,91%	1,83E-02	0,79%	2,11E-02	0,88%	2,33E-02	0,72%
Timos	6,31E-05	27,51%	1,24E-04	19,64%	2,21E-04	15,14%	3,92E-04	12,36%	3,72E-04	12,59%	5,63E-04	10,58%	5,35E-04	9,86%
E/PKA	5,16E-02	1,66%	6,82E-02	1,63%	8,51E-02	1,59%	9,98E-02	1,54%	1,12E-01	1,53%	1,22E-01	1,51%	1,31E-01	1,47%

ANEXO B

Anexo B.1: H_T/PKA e E/PKA em $\mu\text{Sv/Gy.cm}^2$ para médico cirurgião (UFHADM) em cenários com protetores e com saíote em projeção AnteroPosterior (AP). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo(kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Medula vermelha	1,70E-01	0,21%	2,44E-01	0,19%	3,28E-01	0,17%	4,08E-01	0,16%	4,81E-01	0,15%	5,47E-01	0,14%	6,03E-01	0,14%
Cólon	3,61E-01	0,89%	4,97E-01	0,81%	6,50E-01	0,74%	7,83E-01	0,70%	9,15E-01	0,66%	1,02E+00	0,63%	1,10E+00	0,61%
Pulmão	3,43E-01	0,40%	4,73E-01	0,37%	6,04E-01	0,34%	7,17E-01	0,33%	8,22E-01	0,31%	9,11E-01	0,30%	9,85E-01	0,29%
Estômago	4,89E-01	1,20%	7,07E-01	1,07%	9,23E-01	0,98%	1,15E+00	0,91%	1,35E+00	0,85%	1,49E+00	0,82%	1,64E+00	0,79%
Mama	7,18E-02	7,33%	9,59E-02	6,69%	1,22E-01	6,18%	1,67E-01	5,42%	2,47E-01	4,59%	2,49E-01	4,47%	2,91E-01	4,17%
Testículos	7,20E-02	6,43%	1,03E-01	5,71%	1,66E-01	4,84%	2,25E-01	4,29%	3,02E-01	3,76%	3,49E-01	3,53%	4,08E-01	3,30%
Bexiga	3,19E-02	8,10%	7,24E-02	5,87%	1,25E-01	4,75%	1,69E-01	4,15%	2,39E-01	3,50%	2,90E-01	3,28%	3,47E-01	3,02%
Esôfago	4,13E-02	7,89%	9,27E-02	5,73%	1,34E-01	4,98%	1,66E-01	4,52%	2,27E-01	3,97%	2,95E-01	3,55%	3,13E-01	3,42%
Fígado	1,82E-02	1,86%	3,47E-02	1,46%	5,70E-02	1,22%	8,63E-02	1,04%	1,15E-01	0,92%	1,42E-01	0,85%	1,65E-01	0,79%
Tireoide	3,12E-02	13,10%	5,54E-02	10,76%	7,59E-02	9,66%	1,06E-01	8,50%	1,49E-01	7,11%	1,54E-01	6,86%	2,03E-01	6,27%
Superfície Óssea	3,04E-01	0,16%	4,34E-01	0,14%	5,77E-01	0,13%	7,07E-01	0,12%	8,20E-01	0,11%	9,17E-01	0,11%	1,00E+00	0,11%
Cérebro	6,92E-02	1,10%	1,17E-01	0,92%	1,75E-01	0,79%	2,36E-01	0,71%	2,92E-01	0,66%	3,44E-01	0,61%	3,87E-01	0,59%
Glândulas Salivares	8,72E-02	3,72%	1,24E-01	3,37%	1,69E-01	3,02%	2,06E-01	2,82%	2,35E-01	2,69%	2,82E-01	2,51%	3,19E-01	2,38%
Pele	1,00E+00	0,14%	1,19E+00	0,14%	1,36E+00	0,13%	1,51E+00	0,13%	1,62E+00	0,13%	1,72E+00	0,13%	1,80E+00	0,13%
Adrenais	1,36E-01	7,39%	2,22E-01	6,18%	2,95E-01	5,67%	3,76E-01	5,12%	5,32E-01	4,60%	5,40E-01	4,46%	6,01E-01	4,27%
Região Extratorácica	4,74E-02	7,86%	8,02E-02	6,57%	1,22E-01	5,51%	1,62E-01	4,83%	2,11E-01	4,41%	2,38E-01	4,19%	2,79E-01	3,85%
Vesícula Biliar	1,75E-02	23,15%	4,08E-02	16,93%	7,66E-02	12,33%	7,40E-02	12,12%	1,31E-01	10,02%	1,61E-01	8,96%	1,65E-01	8,99%
Coração	1,33E-01	1,56%	2,06E-01	1,34%	2,94E-01	1,18%	3,92E-01	1,06%	4,72E-01	0,98%	5,49E-01	0,93%	6,03E-01	0,89%
Rins	1,94E-01	1,36%	2,88E-01	1,20%	4,03E-01	1,07%	5,09E-01	0,98%	5,99E-01	0,92%	6,92E-01	0,87%	7,62E-01	0,84%
Músculos	5,71E-01	0,07%	7,28E-01	0,07%	8,87E-01	0,06%	1,03E+00	0,06%	1,14E+00	0,06%	1,24E+00	0,06%	1,32E+00	0,06%
Mucosa Oral	3,37E-02	6,48%	5,95E-02	5,30%	7,84E-02	4,86%	1,07E-01	4,26%	1,47E-01	3,81%	1,64E-01	3,60%	1,95E-01	3,38%
Pâncreas	4,62E-01	1,29%	6,58E-01	1,16%	8,88E-01	1,05%	1,08E+00	0,98%	1,28E+00	0,92%	1,43E+00	0,88%	1,53E+00	0,86%
Próstata	7,92E-01	0,68%	1,01E+00	0,65%	1,21E+00	0,62%	1,37E+00	0,60%	1,53E+00	0,58%	1,65E+00	0,57%	1,74E+00	0,55%
Intestino Delgado	9,74E-02	1,29%	1,50E-01	1,12%	2,28E-01	0,96%	3,04E-01	0,86%	3,92E-01	0,77%	4,70E-01	0,72%	5,22E-01	0,68%
Baço	7,29E-01	1,01%	1,06E+00	0,90%	1,36E+00	0,84%	1,66E+00	0,78%	1,88E+00	0,75%	2,12E+00	0,72%	2,28E+00	0,70%
Timos	4,01E-02	10,02%	6,99E-02	8,32%	1,13E-01	6,72%	1,34E-01	6,33%	1,94E-01	5,44%	2,07E-01	5,34%	2,50E-01	4,87%
E/PKA	2,30E-01	8,99%	3,25E-01	8,59%	4,27E-01	8,10%	5,25E-01	7,50%	6,26E-01	7,54%	6,97E-01	7,10%	7,65E-01	6,91%

Anexo B.2: H_T /PKA e E /PKA em $\mu\text{Sv}/\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$ para médico cirurgião (UFHADM) em cenários com protetores e saíste cenários em projeção LateroLateral (LL). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo(kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Medula vermelha	2,12E-02	0,55%	3,79E-02	0,44%	6,07E-02	0,37%	8,44E-02	0,32%	1,09E-01	0,29%	1,32E-01	0,27%	1,55E-01	0,26%
Cólon	2,82E-02	3,18%	4,87E-02	2,59%	7,50E-02	2,20%	9,91E-02	1,96%	1,28E-01	1,77%	1,53E-01	1,63%	1,80E-01	1,52%
Pulmão	2,55E-02	1,46%	4,75E-02	1,16%	7,70E-02	0,96%	1,07E-01	0,85%	1,38E-01	0,76%	1,66E-01	0,71%	1,95E-01	0,66%
Estômago	3,42E-02	4,48%	6,50E-02	3,50%	1,07E-01	2,90%	1,44E-01	2,56%	1,93E-01	2,26%	2,24E-01	2,14%	2,58E-01	1,97%
Mama	9,82E-03	19,68%	1,72E-02	15,63%	2,33E-02	13,94%	3,79E-02	11,21%	5,25E-02	10,07%	7,55E-02	8,29%	7,84E-02	7,87%
Testículos	1,53E-02	13,70%	3,10E-02	10,66%	5,78E-02	8,27%	7,27E-02	7,80%	9,20E-02	6,69%	1,20E-01	5,93%	1,24E-01	5,80%
Bexiga	5,21E-03	20,89%	1,30E-02	14,43%	2,33E-02	10,97%	3,21E-02	9,57%	4,66E-02	8,03%	6,69E-02	6,95%	7,87E-02	6,23%
Esôfago	5,83E-03	20,85%	1,46E-02	14,31%	2,07E-02	12,32%	3,55E-02	10,22%	4,24E-02	9,13%	6,22E-02	7,52%	7,13E-02	7,27%
Fígado	2,02E-03	5,57%	4,25E-03	4,14%	8,39E-03	3,16%	1,34E-02	2,60%	2,00E-02	2,20%	2,65E-02	1,96%	3,53E-02	1,73%
Tireoide	1,78E-02	16,74%	2,87E-02	14,33%	5,92E-02	10,82%	6,26E-02	10,96%	9,83E-02	8,59%	1,31E-01	7,99%	1,53E-01	7,49%
Superfície Óssea	5,20E-02	0,39%	8,80E-02	0,32%	1,35E-01	0,27%	1,82E-01	0,24%	2,28E-01	0,22%	2,70E-01	0,21%	3,09E-01	0,19%
Cérebro	7,08E-02	1,09%	1,21E-01	0,91%	1,87E-01	0,77%	2,51E-01	0,69%	3,18E-01	0,63%	3,75E-01	0,59%	4,28E-01	0,56%
Glândulas Salivares	7,07E-02	4,18%	1,16E-01	3,56%	1,53E-01	3,18%	1,85E-01	3,01%	2,25E-01	2,78%	2,54E-01	2,65%	2,77E-01	2,58%
Pele	1,24E-01	0,40%	1,75E-01	0,36%	2,37E-01	0,32%	2,92E-01	0,30%	3,44E-01	0,28%	3,90E-01	0,27%	4,31E-01	0,26%
Adrenais	6,15E-03	33,49%	2,25E-02	18,69%	3,64E-02	15,70%	4,70E-02	14,13%	5,85E-02	12,30%	7,28E-02	11,86%	1,01E-01	10,36%
Região Extratorácica	6,09E-02	6,88%	1,15E-01	5,50%	1,47E-01	5,03%	2,01E-01	4,42%	2,37E-01	4,10%	2,85E-01	3,79%	3,16E-01	3,65%
Vesícula Biliar	2,26E-03	65,81%	5,07E-03	45,15%	1,37E-02	30,06%	1,30E-02	29,80%	2,28E-02	23,72%	4,63E-02	18,17%	3,38E-02	19,80%
Coração	1,11E-02	5,30%	2,52E-02	3,84%	4,17E-02	3,16%	6,44E-02	2,62%	8,84E-02	2,28%	1,10E-01	2,06%	1,29E-01	1,91%
Rins	1,36E-02	5,14%	2,68E-02	3,91%	3,91E-02	3,39%	6,44E-02	2,75%	8,20E-02	2,50%	1,00E-01	2,29%	1,20E-01	2,11%
Músculos	6,14E-02	0,21%	9,60E-02	0,19%	1,39E-01	0,17%	1,81E-01	0,15%	2,19E-01	0,14%	2,56E-01	0,13%	2,89E-01	0,13%
Mucosa Oral	2,96E-02	7,02%	4,70E-02	6,08%	6,76E-02	5,19%	9,88E-02	4,50%	1,28E-01	4,08%	1,47E-01	3,79%	1,75E-01	3,50%
Pâncreas	3,19E-02	4,90%	5,88E-02	3,88%	9,74E-02	3,16%	1,34E-01	2,79%	1,79E-01	2,50%	2,08E-01	2,31%	2,51E-01	2,13%
Próstata	7,73E-02	2,20%	1,21E-01	1,87%	1,74E-01	1,64%	2,22E-01	1,50%	2,75E-01	1,37%	3,18E-01	1,29%	3,66E-01	1,21%
Intestino Delgado	1,03E-02	3,93%	2,04E-02	3,06%	3,28E-02	2,54%	4,77E-02	2,18%	5,98E-02	1,97%	8,17E-02	1,73%	9,68E-02	1,60%
Baço	4,11E-02	4,24%	8,39E-02	3,19%	1,38E-01	2,64%	1,95E-01	2,31%	2,42E-01	2,09%	2,93E-01	1,93%	3,34E-01	1,82%
Timos	9,03E-03	21,44%	1,80E-02	16,40%	3,11E-02	12,58%	3,77E-02	11,44%	6,09E-02	9,64%	7,19E-02	9,35%	8,29E-02	8,33%
E/PKA	2,34E-02	36,71%	4,23E-02	30,68%	6,70E-02	25,58%	9,04E-02	22,19%	1,18E-01	19,76%	1,44E-01	18,99%	1,65E-01	17,57%

Anexo B.3: H_T /PKA e E/PKA em $\mu\text{Sv}/\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$ para médico cirurgião (UFHADM) em cenários sem protetores e com saiote em projeção AnteroPosterior (AP). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo(kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Medula vermelha	3,28E-01	0,16%	4,79E-01	0,14%	6,49E-01	0,13%	8,05E-01	0,12%	9,45E-01	0,11%	1,07E+00	0,11%	1,18E+00	0,10%
Cólon	2,31E+00	0,35%	2,97E+00	0,33%	3,55E+00	0,32%	4,05E+00	0,31%	4,45E+00	0,30%	4,76E+00	0,29%	4,99E+00	0,29%
Pulmão	5,16E-01	0,33%	7,27E-01	0,30%	9,45E-01	0,27%	1,13E+00	0,26%	1,30E+00	0,25%	1,44E+00	0,24%	1,57E+00	0,23%
Estômago	2,02E+00	0,59%	2,70E+00	0,55%	3,37E+00	0,51%	3,97E+00	0,49%	4,46E+00	0,47%	4,80E+00	0,46%	5,14E+00	0,45%
Mama	1,35E+00	1,67%	1,69E+00	1,58%	2,02E+00	1,51%	2,37E+00	1,44%	2,61E+00	1,39%	2,80E+00	1,35%	3,02E+00	1,31%
Testículos	2,33E+00	1,13%	2,93E+00	1,08%	3,48E+00	1,05%	3,99E+00	1,01%	4,38E+00	0,98%	4,62E+00	0,97%	4,84E+00	0,95%
Bexiga	6,62E-01	1,81%	9,83E-01	1,58%	1,32E+00	1,43%	1,63E+00	1,33%	1,89E+00	1,26%	2,09E+00	1,22%	2,30E+00	1,16%
Esôfago	1,65E-01	3,98%	2,88E-01	3,22%	4,25E-01	2,77%	5,45E-01	2,52%	6,79E-01	2,30%	7,94E-01	2,15%	9,03E-01	2,03%
Fígado	4,95E-01	0,36%	7,01E-01	0,33%	9,19E-01	0,30%	1,11E+00	0,29%	1,27E+00	0,27%	1,41E+00	0,27%	1,53E+00	0,26%
Tireoide	4,85E-01	3,32%	7,17E-01	2,96%	9,19E-01	2,75%	1,10E+00	2,59%	1,32E+00	2,42%	1,48E+00	2,30%	1,62E+00	2,23%
Superfície Óssea	4,42E-01	0,13%	6,45E-01	0,12%	8,68E-01	0,11%	1,07E+00	0,10%	1,25E+00	0,09%	1,40E+00	0,09%	1,52E+00	0,09%
Cérebro	1,48E-01	0,76%	2,38E-01	0,65%	3,44E-01	0,57%	4,48E-01	0,52%	5,39E-01	0,48%	6,27E-01	0,46%	7,01E-01	0,44%
Glândulas Salivares	9,32E-01	1,16%	1,17E+00	1,10%	1,43E+00	1,05%	1,63E+00	1,01%	1,81E+00	0,98%	1,99E+00	0,95%	2,13E+00	0,93%
Pele	1,75E+00	0,11%	2,07E+00	0,10%	2,37E+00	0,10%	2,62E+00	0,10%	2,81E+00	0,10%	2,96E+00	0,10%	3,08E+00	0,10%
Adrenais	3,43E-01	4,64%	5,53E-01	3,91%	7,76E-01	3,49%	9,49E-01	3,20%	1,19E+00	3,00%	1,31E+00	2,83%	1,43E+00	2,72%
Região Extratorácica	3,93E-01	2,77%	5,82E-01	2,45%	7,47E-01	2,25%	9,37E-01	2,08%	1,10E+00	1,98%	1,22E+00	1,89%	1,36E+00	1,81%
Vesícula Biliar	4,03E-01	4,95%	6,13E-01	4,21%	8,11E-01	3,78%	1,01E+00	3,57%	1,20E+00	3,32%	1,36E+00	3,18%	1,48E+00	2,98%
Coração	6,75E-01	0,69%	9,66E-01	0,62%	1,29E+00	0,57%	1,60E+00	0,53%	1,82E+00	0,50%	2,03E+00	0,48%	2,21E+00	0,46%
Rins	3,56E-01	1,00%	5,43E-01	0,87%	7,72E-01	0,77%	9,63E-01	0,71%	1,13E+00	0,67%	1,29E+00	0,64%	1,43E+00	0,61%
Músculos	1,03E+00	0,05%	1,33E+00	0,05%	1,63E+00	0,05%	1,89E+00	0,05%	2,09E+00	0,05%	2,26E+00	0,04%	2,40E+00	0,04%
Mucosa Oral	9,15E-01	1,27%	1,19E+00	1,19%	1,45E+00	1,13%	1,70E+00	1,09%	1,93E+00	1,04%	2,10E+00	1,01%	2,23E+00	0,99%
Pâncreas	1,21E+00	0,80%	1,69E+00	0,72%	2,25E+00	0,66%	2,67E+00	0,62%	3,09E+00	0,59%	3,39E+00	0,57%	3,63E+00	0,56%
Próstata	9,86E-01	0,61%	1,28E+00	0,58%	1,56E+00	0,55%	1,79E+00	0,53%	2,00E+00	0,51%	2,17E+00	0,49%	2,30E+00	0,48%
Intestino Delgado	1,40E+00	0,34%	1,89E+00	0,32%	2,40E+00	0,30%	2,82E+00	0,28%	3,15E+00	0,27%	3,46E+00	0,26%	3,69E+00	0,26%
Baço	8,92E-01	0,91%	1,31E+00	0,81%	1,70E+00	0,75%	2,09E+00	0,70%	2,38E+00	0,67%	2,68E+00	0,64%	2,90E+00	0,62%
Timos	2,19E-01	4,40%	3,18E-01	3,90%	4,85E-01	3,31%	6,16E-01	3,04%	7,63E-01	2,76%	8,53E-01	2,62%	9,81E-01	2,48%
E/PKA	1,16E+00	4,89%	1,53E+00	4,65%	1,90E+00	4,46%	2,22E+00	4,31%	2,49E+00	4,22%	2,70E+00	4,13%	2,88E+00	4,03%

Anexo B.4: H_T /PKA e E /PKA em $\mu\text{Sv}/\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$ para médico cirurgião (UFHADM) em cenários sem protetores e com saiote em projeção LateroLateral (LL). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo(kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Medula vermelha	4,72E-02	0,41%	8,36E-02	0,33%	1,31E-01	0,28%	1,79E-01	0,24%	2,27E-01	0,22%	2,73E-01	0,20%	3,17E-01	0,19%
Cólon	2,22E-01	1,12%	3,29E-01	0,98%	4,52E-01	0,88%	5,70E-01	0,81%	6,67E-01	0,77%	7,61E-01	0,73%	8,48E-01	0,70%
Pulmão	6,12E-02	0,94%	1,10E-01	0,76%	1,72E-01	0,64%	2,32E-01	0,57%	2,93E-01	0,52%	3,51E-01	0,48%	4,05E-01	0,46%
Estômago	1,38E-01	2,23%	2,41E-01	1,82%	3,62E-01	1,56%	4,85E-01	1,39%	6,05E-01	1,27%	6,96E-01	1,20%	7,94E-01	1,13%
Mama	2,06E-01	4,20%	3,31E-01	3,61%	4,60E-01	3,20%	5,75E-01	2,91%	6,84E-01	2,72%	7,90E-01	2,53%	8,57E-01	2,46%
Testículos	3,81E-01	2,83%	5,73E-01	2,48%	7,46E-01	2,27%	9,20E-01	2,11%	1,05E+00	2,02%	1,23E+00	1,90%	1,36E+00	1,82%
Bexiga	8,19E-02	5,11%	1,44E-01	4,12%	2,11E-01	3,55%	2,78E-01	3,22%	3,71E-01	2,84%	4,33E-01	2,66%	5,14E-01	2,48%
Esôfago	2,88E-02	9,51%	5,91E-02	7,05%	1,01E-01	5,73%	1,39E-01	5,10%	1,85E-01	4,39%	2,20E-01	4,08%	2,51E-01	3,85%
Fígado	4,34E-02	1,19%	7,39E-02	0,99%	1,16E-01	0,84%	1,57E-01	0,75%	1,97E-01	0,69%	2,34E-01	0,64%	2,69E-01	0,61%
Tireoide	2,81E-01	4,39%	4,33E-01	3,80%	5,98E-01	3,38%	7,66E-01	3,12%	9,21E-01	2,90%	1,07E+00	2,72%	1,14E+00	2,64%
Superfície Óssea	7,70E-02	0,32%	1,32E-01	0,26%	2,04E-01	0,22%	2,75E-01	0,20%	3,43E-01	0,18%	4,08E-01	0,17%	4,67E-01	0,16%
Cérebro	8,12E-02	1,02%	1,41E-01	0,84%	2,19E-01	0,71%	2,97E-01	0,63%	3,76E-01	0,58%	4,46E-01	0,54%	5,10E-01	0,51%
Glândulas Salivares	2,55E-01	2,23%	3,93E-01	1,93%	5,62E-01	1,69%	6,85E-01	1,57%	8,46E-01	1,45%	9,45E-01	1,38%	1,04E+00	1,32%
Pele	2,39E-01	0,28%	3,34E-01	0,26%	4,40E-01	0,24%	5,36E-01	0,22%	6,23E-01	0,21%	6,98E-01	0,20%	7,66E-01	0,19%
Adrenais	2,44E-02	17,16%	4,96E-02	12,59%	8,68E-02	10,35%	1,17E-01	9,05%	1,35E-01	8,45%	1,79E-01	7,37%	2,19E-01	7,08%
Região Extratorácica	2,32E-01	3,58%	4,12E-01	2,93%	5,17E-01	2,73%	6,49E-01	2,51%	8,19E-01	2,27%	9,43E-01	2,13%	1,05E+00	2,05%
Vesícula Biliar	4,33E-02	15,01%	5,68E-02	13,39%	9,95E-02	10,90%	1,34E-01	9,97%	2,03E-01	8,07%	2,60E-01	7,47%	2,78E-01	7,18%
Coração	7,80E-02	2,03%	1,39E-01	1,63%	2,17E-01	1,38%	3,11E-01	1,19%	3,90E-01	1,08%	4,69E-01	1,00%	5,38E-01	0,94%
Rins	2,88E-02	3,50%	5,50E-02	2,73%	8,34E-02	2,32%	1,27E-01	1,95%	1,63E-01	1,76%	1,98E-01	1,62%	2,33E-01	1,51%
Músculos	1,29E-01	0,15%	1,99E-01	0,13%	2,83E-01	0,12%	3,63E-01	0,11%	4,34E-01	0,10%	5,00E-01	0,10%	5,61E-01	0,09%
Mucosa Oral	2,70E-01	2,34%	4,43E-01	1,97%	5,98E-01	1,78%	7,76E-01	1,61%	9,42E-01	1,49%	1,07E+00	1,41%	1,25E+00	1,32%
Pâncreas	8,76E-02	2,94%	1,57E-01	2,36%	2,50E-01	1,97%	3,37E-01	1,75%	4,28E-01	1,60%	4,89E-01	1,50%	5,79E-01	1,40%
Próstata	1,24E-01	1,74%	1,91E-01	1,49%	2,74E-01	1,31%	3,46E-01	1,20%	4,28E-01	1,10%	4,83E-01	1,04%	5,59E-01	0,98%
Intestino Delgado	1,37E-01	1,09%	2,21E-01	0,92%	3,16E-01	0,81%	4,06E-01	0,74%	4,96E-01	0,69%	5,76E-01	0,64%	6,43E-01	0,61%
Baço	5,65E-02	3,60%	1,15E-01	2,72%	1,89E-01	2,25%	2,67E-01	1,96%	3,35E-01	1,77%	4,01E-01	1,64%	4,58E-01	1,55%
Timos	6,26E-02	8,09%	1,27E-01	6,15%	2,02E-01	5,13%	2,76E-01	4,48%	3,68E-01	3,98%	4,15E-01	3,77%	4,76E-01	3,57%
E/PKA	1,48E-01	17,00%	2,37E-01	14,49%	3,35E-01	12,78%	4,31E-01	11,65%	5,21E-01	10,90%	6,06E-01	10,28%	6,78E-01	9,78%

Anexo B.5: H_T/PKA e E/PKA em $\mu\text{Sv}/\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$ para médico cirurgião (UFHADM) em cenários com protetores e sem saiote em projeção AnteroPosterior (AP). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo(kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Medula vermelha	1,71E-01	0,21%	2,45E-01	0,19%	3,30E-01	0,17%	4,10E-01	0,16%	4,85E-01	0,15%	5,51E-01	0,14%	6,08E-01	0,14%
Cólon	3,62E-01	0,88%	4,99E-01	0,81%	6,53E-01	0,74%	7,87E-01	0,70%	9,19E-01	0,66%	1,03E+00	0,63%	1,11E+00	0,61%
Pulmão	3,44E-01	0,40%	4,73E-01	0,37%	6,05E-01	0,34%	7,19E-01	0,33%	8,24E-01	0,31%	9,13E-01	0,30%	9,89E-01	0,29%
Estômago	4,90E-01	1,20%	7,07E-01	1,07%	9,24E-01	0,98%	1,15E+00	0,91%	1,35E+00	0,85%	1,50E+00	0,82%	1,64E+00	0,79%
Mama	7,18E-02	7,33%	9,60E-02	6,69%	1,22E-01	6,16%	1,67E-01	5,41%	2,47E-01	4,58%	2,49E-01	4,47%	2,91E-01	4,17%
Testículos	9,23E-02	5,66%	1,34E-01	5,04%	2,06E-01	4,33%	2,74E-01	3,86%	3,51E-01	3,48%	4,07E-01	3,26%	4,70E-01	3,08%
Bexiga	3,37E-02	7,91%	7,57E-02	5,73%	1,30E-01	4,66%	1,75E-01	4,06%	2,48E-01	3,44%	3,00E-01	3,23%	3,59E-01	2,97%
Esôfago	4,15E-02	7,86%	9,30E-02	5,72%	1,35E-01	4,97%	1,67E-01	4,50%	2,28E-01	3,96%	2,96E-01	3,55%	3,14E-01	3,42%
Fígado	1,85E-02	1,85%	3,53E-02	1,45%	5,81E-02	1,20%	8,76E-02	1,03%	1,16E-01	0,91%	1,44E-01	0,84%	1,67E-01	0,79%
Tireoide	3,12E-02	13,10%	5,55E-02	10,75%	7,59E-02	9,66%	1,06E-01	8,50%	1,50E-01	7,09%	1,55E-01	6,84%	2,04E-01	6,24%
Superfície Óssea	7,87E-01	0,12%	1,07E+00	0,11%	1,36E+00	0,10%	1,62E+00	0,10%	1,83E+00	0,09%	2,00E+00	0,09%	2,14E+00	0,09%
Cérebro	6,95E-02	1,10%	1,17E-01	0,91%	1,75E-01	0,79%	2,37E-01	0,71%	2,93E-01	0,66%	3,45E-01	0,61%	3,88E-01	0,59%
Glândulas Salivares	8,75E-02	3,71%	1,25E-01	3,36%	1,70E-01	3,01%	2,07E-01	2,81%	2,37E-01	2,68%	2,84E-01	2,50%	3,20E-01	2,38%
Pele	1,66E+00	0,11%	1,92E+00	0,11%	2,16E+00	0,11%	2,36E+00	0,11%	2,51E+00	0,10%	2,63E+00	0,10%	2,72E+00	0,10%
Adrenais	1,36E-01	7,39%	2,22E-01	6,18%	2,96E-01	5,66%	3,80E-01	5,09%	5,35E-01	4,59%	5,43E-01	4,45%	6,04E-01	4,25%
Região Extratorácica	4,76E-02	7,83%	8,06E-02	6,56%	1,23E-01	5,49%	1,62E-01	4,83%	2,11E-01	4,41%	2,38E-01	4,19%	2,80E-01	3,85%
Vesícula Biliar	1,75E-02	23,15%	4,08E-02	16,93%	7,80E-02	12,24%	7,40E-02	12,12%	1,33E-01	9,95%	1,62E-01	8,93%	1,65E-01	8,98%
Coração	1,33E-01	1,56%	2,06E-01	1,34%	2,94E-01	1,18%	3,92E-01	1,06%	4,73E-01	0,98%	5,50E-01	0,93%	6,04E-01	0,89%
Rins	1,95E-01	1,36%	2,90E-01	1,19%	4,05E-01	1,06%	5,12E-01	0,98%	6,02E-01	0,92%	6,96E-01	0,87%	7,67E-01	0,83%
Músculos	9,03E-01	0,06%	1,12E+00	0,05%	1,33E+00	0,05%	1,51E+00	0,05%	1,66E+00	0,05%	1,78E+00	0,05%	1,88E+00	0,05%
Mucosa Oral	3,38E-02	6,46%	5,98E-02	5,28%	7,87E-02	4,85%	1,07E-01	4,25%	1,47E-01	3,81%	1,65E-01	3,59%	1,95E-01	3,38%
Pâncreas	4,62E-01	1,29%	6,59E-01	1,16%	8,89E-01	1,05%	1,08E+00	0,98%	1,28E+00	0,92%	1,44E+00	0,88%	1,53E+00	0,86%
Próstata	1,50E+00	0,49%	1,82E+00	0,48%	2,13E+00	0,47%	2,36E+00	0,46%	2,56E+00	0,45%	2,73E+00	0,44%	2,85E+00	0,43%
Intestino Delgado	9,79E-02	1,29%	1,52E-01	1,11%	2,29E-01	0,95%	3,07E-01	0,86%	3,95E-01	0,77%	4,74E-01	0,72%	5,27E-01	0,68%
Baço	7,30E-01	1,01%	1,06E+00	0,90%	1,37E+00	0,83%	1,66E+00	0,78%	1,89E+00	0,75%	2,12E+00	0,72%	2,28E+00	0,70%
Timos	4,06E-02	9,97%	6,99E-02	8,32%	1,13E-01	6,72%	1,34E-01	6,33%	1,94E-01	5,44%	2,07E-01	5,34%	2,51E-01	4,86%
E/PKA	2,54E-01	8,46%	3,54E-01	8,13%	4,61E-01	7,71%	5,63E-01	7,17%	6,66E-01	7,22%	7,40E-01	6,82%	8,11E-01	6,64%

Anexo B.6: H_T/PKA e E/PKA em $\mu\text{Sv/Gy.cm}^2$ para médico cirurgião (UFHADM) em cenários com protetores e sem saiote em projeção LateroLateral (LL). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo(kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Medula vermelha	2,13E-02	0,55%	3,81E-02	0,44%	6,11E-02	0,37%	8,49E-02	0,32%	1,10E-01	0,29%	1,33E-01	0,27%	1,56E-01	0,25%
Cólon	2,83E-02	3,17%	4,91E-02	2,58%	7,55E-02	2,19%	9,97E-02	1,96%	1,29E-01	1,77%	1,55E-01	1,63%	1,82E-01	1,52%
Pulmão	2,56E-02	1,46%	4,77E-02	1,16%	7,73E-02	0,96%	1,07E-01	0,85%	1,39E-01	0,76%	1,67E-01	0,71%	1,95E-01	0,66%
Estômago	3,43E-02	4,48%	6,51E-02	3,49%	1,08E-01	2,89%	1,44E-01	2,56%	1,85E-01	2,44%	2,22E-01	2,19%	2,59E-01	1,97%
Mama	9,82E-03	19,68%	1,72E-02	15,63%	2,33E-02	13,94%	3,79E-02	11,21%	5,26E-02	10,06%	7,55E-02	8,29%	7,85E-02	7,86%
Testículos	1,66E-02	13,06%	3,35E-02	10,17%	6,42E-02	7,86%	7,69E-02	7,51%	1,01E-01	6,43%	1,28E-01	5,71%	1,35E-01	5,60%
Bexiga	5,55E-03	20,05%	1,32E-02	14,27%	2,41E-02	10,71%	3,41E-02	9,27%	5,11E-02	7,71%	6,97E-02	6,80%	8,17E-02	6,12%
Esôfago	5,83E-03	20,85%	1,46E-02	14,31%	2,11E-02	12,24%	3,55E-02	10,22%	4,24E-02	9,12%	6,24E-02	7,50%	7,15E-02	7,25%
Fígado	2,05E-03	5,52%	4,30E-03	4,11%	8,52E-03	3,13%	1,36E-02	2,57%	2,04E-02	2,18%	2,68E-02	1,94%	3,57E-02	1,72%
Tireoide	1,78E-02	16,74%	2,87E-02	14,33%	5,92E-02	10,82%	6,26E-02	10,96%	9,83E-02	8,59%	1,31E-01	7,99%	1,53E-01	7,49%
Superfície Óssea	1,06E-01	0,31%	1,70E-01	0,26%	2,48E-01	0,22%	3,25E-01	0,20%	3,98E-01	0,19%	4,64E-01	0,17%	5,20E-01	0,17%
Cérebro	7,08E-02	1,09%	1,21E-01	0,91%	1,87E-01	0,77%	2,52E-01	0,69%	3,18E-01	0,63%	3,75E-01	0,59%	4,28E-01	0,56%
Glândulas Salivares	7,07E-02	4,18%	1,16E-01	3,56%	1,53E-01	3,18%	1,85E-01	3,01%	2,25E-01	2,78%	2,54E-01	2,65%	2,77E-01	2,58%
Pele	1,83E-01	0,33%	2,55E-01	0,30%	3,35E-01	0,27%	4,10E-01	0,25%	4,77E-01	0,24%	5,35E-01	0,23%	5,88E-01	0,22%
Adrenais	6,15E-03	33,49%	2,25E-02	18,68%	3,64E-02	15,70%	4,70E-02	14,13%	5,85E-02	12,29%	7,28E-02	11,86%	1,01E-01	10,35%
Região Extratorácica	6,09E-02	6,88%	1,15E-01	5,50%	1,47E-01	5,03%	2,01E-01	4,42%	2,37E-01	4,10%	2,85E-01	3,78%	3,16E-01	3,65%
Vesícula Biliar	2,26E-03	65,81%	5,07E-03	45,15%	1,37E-02	30,06%	1,32E-02	29,46%	2,28E-02	23,72%	4,68E-02	18,00%	3,40E-02	19,68%
Coração	1,12E-02	5,29%	2,52E-02	3,83%	4,17E-02	3,16%	6,44E-02	2,62%	8,86E-02	2,28%	1,10E-01	2,06%	1,29E-01	1,91%
Rins	1,37E-02	5,13%	2,72E-02	3,88%	3,94E-02	3,38%	6,47E-02	2,74%	8,29E-02	2,49%	1,01E-01	2,29%	1,22E-01	2,10%
Músculos	9,25E-02	0,17%	1,39E-01	0,15%	1,94E-01	0,14%	2,48E-01	0,13%	2,97E-01	0,12%	3,42E-01	0,11%	3,83E-01	0,11%
Mucosa Oral	2,96E-02	7,02%	4,70E-02	6,08%	6,76E-02	5,18%	9,90E-02	4,50%	1,28E-01	4,08%	1,47E-01	3,79%	1,75E-01	3,50%
Pâncreas	3,20E-02	4,90%	5,89E-02	3,88%	9,77E-02	3,16%	1,34E-01	2,79%	1,79E-01	2,50%	2,08E-01	2,30%	2,51E-01	2,13%
Próstata	1,39E-01	1,64%	2,06E-01	1,44%	2,81E-01	1,29%	3,46E-01	1,20%	4,20E-01	1,11%	4,76E-01	1,05%	5,42E-01	0,99%
Intestino Delgado	1,05E-02	3,90%	2,07E-02	3,04%	3,31E-02	2,53%	4,83E-02	2,17%	6,05E-02	1,96%	8,26E-02	1,72%	9,78E-02	1,59%
Baço	4,11E-02	4,24%	8,46E-02	3,18%	1,39E-01	2,64%	1,96E-01	2,31%	2,43E-01	2,08%	2,94E-01	1,93%	3,35E-01	1,81%
Timos	9,03E-03	21,44%	1,80E-02	16,40%	3,11E-02	12,58%	3,77E-02	11,44%	6,09E-02	9,64%	7,24E-02	9,31%	8,36E-02	8,31%
E/PKA	2,57E-02	34,17%	4,55E-02	28,95%	7,15E-02	24,32%	9,56E-02	21,22%	1,23E-01	21,93%	1,51E-01	20,57%	1,73E-01	16,94%

Anexo B.7: H_T /PKA e E/PKA em $\mu\text{Sv}/\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$ para médico cirurgião (UFHADM) em cenários sem protetores e sem saíote em projeção AnteroPosterior (AP). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo(kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Medula vermelha	3,30E-01	0,16%	4,82E-01	0,14%	6,53E-01	0,13%	8,12E-01	0,12%	9,53E-01	0,11%	1,08E+00	0,11%	1,19E+00	0,10%
Cólon	2,32E+00	0,35%	2,98E+00	0,33%	3,57E+00	0,32%	4,07E+00	0,31%	4,46E+00	0,30%	4,78E+00	0,29%	5,01E+00	0,29%
Pulmão	5,17E-01	0,33%	7,28E-01	0,30%	9,47E-01	0,27%	1,14E+00	0,26%	1,31E+00	0,25%	1,45E+00	0,24%	1,57E+00	0,23%
Estômago	2,02E+00	0,59%	2,70E+00	0,55%	3,37E+00	0,51%	3,97E+00	0,49%	4,47E+00	0,47%	4,80E+00	0,46%	5,14E+00	0,44%
Mama	1,36E+00	1,67%	1,69E+00	1,58%	2,02E+00	1,51%	2,37E+00	1,44%	2,61E+00	1,39%	2,81E+00	1,35%	3,03E+00	1,31%
Testículos	2,47E+00	1,10%	3,12E+00	1,05%	3,71E+00	1,01%	4,25E+00	0,98%	4,66E+00	0,95%	4,91E+00	0,94%	5,17E+00	0,92%
Bexiga	6,71E-01	1,79%	1,00E+00	1,57%	1,35E+00	1,42%	1,66E+00	1,32%	1,94E+00	1,24%	2,14E+00	1,20%	2,35E+00	1,15%
Esôfago	1,65E-01	3,97%	2,89E-01	3,22%	4,26E-01	2,77%	5,46E-01	2,51%	6,82E-01	2,29%	7,96E-01	2,14%	9,05E-01	2,03%
Fígado	4,96E-01	0,36%	7,02E-01	0,33%	9,21E-01	0,30%	1,11E+00	0,29%	1,28E+00	0,27%	1,42E+00	0,27%	1,53E+00	0,26%
Tireoide	4,86E-01	3,31%	7,17E-01	2,96%	9,19E-01	2,75%	1,10E+00	2,59%	1,32E+00	2,42%	1,48E+00	2,30%	1,63E+00	2,23%
Superfície Óssea	1,09E+00	0,10%	1,51E+00	0,09%	1,95E+00	0,09%	2,33E+00	0,08%	2,65E+00	0,08%	2,91E+00	0,07%	3,12E+00	0,07%
Cérebro	1,49E-01	0,75%	2,39E-01	0,64%	3,44E-01	0,57%	4,50E-01	0,52%	5,41E-01	0,48%	6,29E-01	0,46%	7,03E-01	0,44%
Glândulas Salivares	9,33E-01	1,16%	1,17E+00	1,10%	1,43E+00	1,05%	1,64E+00	1,01%	1,81E+00	0,98%	1,99E+00	0,95%	2,13E+00	0,92%
Pele	2,80E+00	0,08%	3,26E+00	0,08%	3,67E+00	0,08%	3,99E+00	0,08%	4,24E+00	0,08%	4,43E+00	0,08%	4,58E+00	0,08%
Adrenais	3,43E-01	4,64%	5,53E-01	3,91%	7,78E-01	3,48%	9,55E-01	3,19%	1,20E+00	3,00%	1,32E+00	2,83%	1,43E+00	2,71%
Região Extratorácica	3,93E-01	2,77%	5,84E-01	2,45%	7,48E-01	2,25%	9,38E-01	2,08%	1,10E+00	1,97%	1,22E+00	1,89%	1,36E+00	1,81%
Vesícula Biliar	4,03E-01	4,95%	6,13E-01	4,21%	8,14E-01	3,77%	1,01E+00	3,56%	1,20E+00	3,32%	1,36E+00	3,17%	1,49E+00	2,98%
Coração	6,75E-01	0,69%	9,67E-01	0,62%	1,29E+00	0,56%	1,60E+00	0,52%	1,82E+00	0,50%	2,04E+00	0,48%	2,22E+00	0,46%
Rins	3,57E-01	1,00%	5,45E-01	0,87%	7,75E-01	0,77%	9,67E-01	0,71%	1,13E+00	0,67%	1,30E+00	0,64%	1,43E+00	0,61%
Músculos	1,57E+00	0,04%	1,97E+00	0,04%	2,36E+00	0,04%	2,69E+00	0,04%	2,95E+00	0,04%	3,15E+00	0,04%	3,32E+00	0,04%
Mucosa Oral	9,16E-01	1,27%	1,19E+00	1,19%	1,45E+00	1,13%	1,70E+00	1,09%	1,93E+00	1,04%	2,10E+00	1,01%	2,23E+00	0,99%
Pâncreas	1,21E+00	0,80%	1,69E+00	0,72%	2,25E+00	0,66%	2,67E+00	0,62%	3,10E+00	0,59%	3,39E+00	0,57%	3,64E+00	0,56%
Próstata	2,36E+00	0,39%	2,87E+00	0,38%	3,36E+00	0,37%	3,73E+00	0,36%	4,05E+00	0,36%	4,29E+00	0,35%	4,48E+00	0,35%
Intestino Delgado	1,41E+00	0,34%	1,90E+00	0,32%	2,41E+00	0,30%	2,83E+00	0,28%	3,17E+00	0,27%	3,47E+00	0,26%	3,71E+00	0,26%
Baço	8,93E-01	0,91%	1,31E+00	0,81%	1,70E+00	0,75%	2,09E+00	0,70%	2,39E+00	0,67%	2,69E+00	0,64%	2,91E+00	0,62%
Timos	2,20E-01	4,39%	3,19E-01	3,90%	4,85E-01	3,31%	6,16E-01	3,04%	7,63E-01	2,76%	8,54E-01	2,62%	9,83E-01	2,48%
E/PKA	1,21E+00	4,76%	1,59E+00	4,54%	1,97E+00	4,35%	2,30E+00	4,21%	2,58E+00	4,13%	2,79E+00	4,04%	2,98E+00	3,94%

Anexo B.8: H_T /PKA e E /PKA em $\mu\text{Sv}/\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$ para médico cirurgião (UFHADM) em cenários sem protetores e sem saiote em projeção LateroLateral (LL). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Medula vermelha	4,75E-02	0,41%	8,41E-02	0,33%	1,33E-01	0,27%	1,81E-01	0,24%	2,29E-01	0,22%	2,75E-01	0,20%	3,20E-01	0,19%
Cólon	2,23E-01	1,11%	3,31E-01	0,98%	4,55E-01	0,88%	5,73E-01	0,81%	6,71E-01	0,77%	7,67E-01	0,73%	8,54E-01	0,69%
Pulmão	6,13E-02	0,94%	1,11E-01	0,76%	1,73E-01	0,64%	2,33E-01	0,57%	2,93E-01	0,52%	3,52E-01	0,48%	4,06E-01	0,45%
Estômago	1,38E-01	2,23%	2,41E-01	1,82%	3,62E-01	1,56%	4,86E-01	1,39%	6,07E-01	1,27%	6,97E-01	1,20%	7,95E-01	1,13%
Mama	2,06E-01	4,19%	3,31E-01	3,61%	4,60E-01	3,19%	5,76E-01	2,91%	6,86E-01	2,72%	7,92E-01	2,53%	8,59E-01	2,45%
Testículos	3,99E-01	2,76%	6,00E-01	2,42%	7,82E-01	2,22%	9,60E-01	2,06%	1,11E+00	1,96%	1,29E+00	1,85%	1,41E+00	1,78%
Bexiga	8,39E-02	5,04%	1,47E-01	4,08%	2,18E-01	3,49%	2,90E-01	3,15%	3,86E-01	2,79%	4,46E-01	2,63%	5,33E-01	2,44%
Esôfago	2,88E-02	9,51%	5,91E-02	7,04%	1,01E-01	5,72%	1,39E-01	5,10%	1,85E-01	4,39%	2,20E-01	4,07%	2,51E-01	3,84%
Fígado	4,36E-02	1,19%	7,42E-02	0,99%	1,16E-01	0,84%	1,57E-01	0,75%	1,98E-01	0,69%	2,35E-01	0,64%	2,70E-01	0,61%
Tireoide	2,81E-01	4,39%	4,34E-01	3,80%	5,98E-01	3,38%	7,66E-01	3,12%	9,22E-01	2,90%	1,07E+00	2,72%	1,14E+00	2,64%
Superfície Óssea	1,54E-01	0,27%	2,53E-01	0,22%	3,73E-01	0,19%	4,88E-01	0,17%	5,95E-01	0,16%	6,95E-01	0,15%	7,83E-01	0,14%
Cérebro	8,12E-02	1,02%	1,41E-01	0,84%	2,19E-01	0,71%	2,98E-01	0,63%	3,77E-01	0,58%	4,46E-01	0,54%	5,10E-01	0,51%
Glândulas Salivares	2,55E-01	2,23%	3,93E-01	1,92%	5,62E-01	1,69%	6,86E-01	1,57%	8,47E-01	1,45%	9,46E-01	1,38%	1,04E+00	1,32%
Pele	3,44E-01	0,24%	4,74E-01	0,22%	6,16E-01	0,20%	7,42E-01	0,19%	8,58E-01	0,18%	9,53E-01	0,17%	1,04E+00	0,16%
Adrenais	2,44E-02	17,16%	4,96E-02	12,58%	8,68E-02	10,35%	1,17E-01	9,04%	1,36E-01	8,42%	1,79E-01	7,37%	2,19E-01	7,08%
Região Extratorácica	2,32E-01	3,58%	4,12E-01	2,93%	5,17E-01	2,73%	6,49E-01	2,51%	8,20E-01	2,27%	9,44E-01	2,13%	1,05E+00	2,05%
Vesícula Biliar	4,33E-02	15,01%	5,70E-02	13,35%	9,95E-02	10,90%	1,34E-01	9,96%	2,05E-01	8,05%	2,60E-01	7,46%	2,78E-01	7,17%
Coração	7,81E-02	2,03%	1,39E-01	1,63%	2,18E-01	1,37%	3,11E-01	1,19%	3,90E-01	1,08%	4,70E-01	1,00%	5,39E-01	0,94%
Rins	2,89E-02	3,50%	5,55E-02	2,72%	8,39E-02	2,32%	1,28E-01	1,94%	1,65E-01	1,76%	1,99E-01	1,62%	2,36E-01	1,50%
Músculos	1,85E-01	0,12%	2,77E-01	0,11%	3,84E-01	0,10%	4,85E-01	0,09%	5,74E-01	0,09%	6,55E-01	0,08%	7,30E-01	0,08%
Mucosa Oral	2,70E-01	2,34%	4,43E-01	1,97%	5,98E-01	1,78%	7,77E-01	1,61%	9,43E-01	1,49%	1,07E+00	1,41%	1,25E+00	1,32%
Pâncreas	8,78E-02	2,94%	1,58E-01	2,35%	2,51E-01	1,97%	3,38E-01	1,75%	4,29E-01	1,60%	4,90E-01	1,50%	5,80E-01	1,40%
Próstata	2,72E-01	1,17%	3,96E-01	1,04%	5,31E-01	0,94%	6,55E-01	0,87%	7,74E-01	0,82%	8,60E-01	0,78%	9,67E-01	0,74%
Intestino Delgado	1,38E-01	1,08%	2,23E-01	0,92%	3,18E-01	0,81%	4,10E-01	0,73%	5,01E-01	0,68%	5,81E-01	0,64%	6,49E-01	0,61%
Baço	5,66E-02	3,60%	1,15E-01	2,71%	1,90E-01	2,24%	2,68E-01	1,96%	3,36E-01	1,77%	4,02E-01	1,64%	4,60E-01	1,55%
Timos	6,26E-02	8,09%	1,27E-01	6,15%	2,02E-01	5,13%	2,76E-01	4,48%	3,68E-01	3,98%	4,15E-01	3,77%	4,77E-01	3,57%
E/PKA	1,54E-01	16,53%	2,45E-01	14,12%	3,46E-01	12,48%	4,44E-01	11,39%	5,38E-01	10,66%	6,24E-01	10,06%	6,97E-01	9,58%

ANEXO C

Anexo C.1: H_T /PKA e E/PKA em mSv/Gy.cm² para paciente (UFHADF) em cenários com a mesa de cirurgia em projeção AnteroPosterior (AP). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Medula vermelha	8,26E-02	0,02%	1,20E-01	0,02%	1,61E-01	0,02%	1,97E-01	0,02%	2,29E-01	0,02%	2,56E-01	0,02%	2,81E-01	0,02%
Cólon	5,54E-01	0,02%	6,67E-01	0,02%	7,71E-01	0,02%	8,54E-01	0,02%	9,21E-01	0,02%	9,73E-01	0,02%	1,02E+00	0,02%
Pulmão	5,66E-03	0,14%	8,25E-03	0,13%	1,10E-02	0,12%	1,35E-02	0,11%	1,57E-02	0,10%	1,74E-02	0,10%	1,90E-02	0,09%
Estômago	5,02E-02	0,12%	6,91E-02	0,11%	8,82E-02	0,10%	1,04E-01	0,10%	1,17E-01	0,10%	1,28E-01	0,09%	1,37E-01	0,09%
Mama	3,20E-02	0,10%	3,81E-02	0,09%	4,38E-02	0,09%	4,85E-02	0,09%	5,21E-02	0,09%	5,49E-02	0,09%	5,72E-02	0,08%
Testículos	2,13E-01	0,22%	2,79E-01	0,20%	3,40E-01	0,19%	3,91E-01	0,18%	4,34E-01	0,18%	4,67E-01	0,17%	4,96E-01	0,17%
Bexiga	1,53E-01	0,13%	1,96E-01	0,12%	2,38E-01	0,12%	2,74E-01	0,11%	3,01E-01	0,11%	3,22E-01	0,11%	3,40E-01	0,11%
Esôfago	3,50E-03	0,91%	5,74E-03	0,76%	8,34E-03	0,66%	1,07E-02	0,60%	1,29E-02	0,56%	1,47E-02	0,53%	1,65E-02	0,50%
Fígado	5,38E-02	0,04%	7,29E-02	0,04%	9,19E-02	0,03%	1,08E-01	0,03%	1,21E-01	0,03%	1,32E-01	0,03%	1,41E-01	0,03%
Tireoide	2,32E-03	1,56%	3,19E-03	1,42%	4,32E-03	1,29%	5,29E-03	1,21%	5,81E-03	1,17%	6,44E-03	1,13%	7,01E-03	1,10%
Superfície Óssea	4,51E-02	0,03%	6,69E-02	0,02%	9,04E-02	0,02%	1,12E-01	0,02%	1,29E-01	0,02%	1,44E-01	0,02%	1,57E-01	0,02%
Cérebro	3,01E-04	0,55%	4,86E-04	0,47%	6,92E-04	0,42%	8,96E-04	0,38%	1,07E-03	0,36%	1,22E-03	0,34%	1,36E-03	0,33%
Glândulas Salivares	1,89E-02	0,28%	2,42E-02	0,26%	2,93E-02	0,25%	3,36E-02	0,24%	3,72E-02	0,23%	3,99E-02	0,23%	4,23E-02	0,22%
Pele	8,46E-02	0,02%	9,29E-02	0,02%	1,00E-01	0,02%	1,06E-01	0,02%	1,10E-01	0,02%	1,14E-01	0,02%	1,17E-01	0,02%
Adrenais	2,68E-02	0,55%	4,12E-02	0,47%	5,66E-02	0,42%	7,12E-02	0,38%	8,34E-02	0,36%	9,36E-02	0,34%	1,03E-01	0,33%
Região Extratorácica	2,42E-03	1,22%	3,16E-03	1,15%	4,02E-03	1,07%	4,63E-03	1,03%	5,32E-03	0,99%	5,79E-03	0,96%	6,11E-03	0,94%
Vesícula Biliar	7,77E-02	0,40%	1,09E-01	0,36%	1,40E-01	0,33%	1,67E-01	0,31%	1,87E-01	0,30%	2,06E-01	0,29%	2,22E-01	0,28%
Coração	9,19E-03	0,21%	1,33E-02	0,19%	1,76E-02	0,17%	2,15E-02	0,16%	2,49E-02	0,16%	2,76E-02	0,15%	2,99E-02	0,14%
Rins	4,94E-02	0,09%	7,28E-02	0,08%	9,74E-02	0,07%	1,19E-01	0,07%	1,38E-01	0,06%	1,54E-01	0,06%	1,68E-01	0,06%
Músculos	7,39E-02	0,01%	9,16E-02	0,01%	1,08E-01	0,01%	1,22E-01	0,01%	1,34E-01	0,01%	1,43E-01	0,01%	1,50E-01	0,01%
Mucosa Oral	7,64E-03	0,47%	9,14E-03	0,46%	1,04E-02	0,46%	1,15E-02	0,45%	1,23E-02	0,45%	1,30E-02	0,44%	1,35E-02	0,43%
Pâncreas	6,70E-02	0,12%	9,59E-02	0,10%	1,26E-01	0,10%	1,52E-01	0,09%	1,74E-01	0,09%	1,92E-01	0,08%	2,07E-01	0,08%
Próstata	9,80E-02	0,12%	1,34E-01	0,11%	1,70E-01	0,10%	2,02E-01	0,09%	2,28E-01	0,09%	2,50E-01	0,09%	2,70E-01	0,08%
Intestino Delgado	4,26E-01	0,02%	5,33E-01	0,02%	6,33E-01	0,02%	7,15E-01	0,02%	7,81E-01	0,02%	8,34E-01	0,02%	8,77E-01	0,02%
Baço	1,27E-02	0,26%	1,98E-02	0,22%	2,76E-02	0,20%	3,45E-02	0,18%	4,05E-02	0,17%	4,54E-02	0,16%	4,98E-02	0,16%
Timos	2,05E-03	1,58%	3,16E-03	1,36%	4,43E-03	1,21%	5,51E-03	1,12%	6,29E-03	1,06%	7,03E-03	1,01%	7,88E-03	0,97%
E/PKA	1,23E-01	0,03%	1,55E-01	0,03%	1,86E-01	0,03%	2,12E-01	0,03%	2,33E-01	0,03%	2,51E-01	0,03%	2,65E-01	0,03%

Anexo C.2: H_T /PKA e E /PKA em mSv/Gy.cm² para paciente (UFHADF) em cenários com a mesa de cirurgia em projeção LateroLateral (LL). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Medula vermelha	2,96E-01	0,01%	3,85E-01	0,01%	4,75E-01	0,01%	5,53E-01	0,01%	6,18E-01	0,01%	6,72E-01	0,01%	7,19E-01	0,01%
Cólon	8,06E-01	0,02%	9,48E-01	0,02%	1,08E+00	0,02%	1,18E+00	0,02%	1,27E+00	0,02%	1,33E+00	0,02%	1,38E+00	0,02%
Pulmão	3,75E-03	0,17%	6,07E-03	0,15%	8,70E-03	0,13%	1,11E-02	0,12%	1,33E-02	0,11%	1,51E-02	0,11%	1,67E-02	0,10%
Estômago	1,44E-01	0,07%	1,86E-01	0,07%	2,26E-01	0,07%	2,58E-01	0,06%	2,84E-01	0,06%	3,03E-01	0,06%	3,19E-01	0,06%
Mama	5,29E-03	0,23%	7,57E-03	0,21%	1,01E-02	0,19%	1,23E-02	0,18%	1,42E-02	0,17%	1,59E-02	0,16%	1,73E-02	0,15%
Testículos	1,56E-01	0,25%	2,20E-01	0,23%	2,83E-01	0,21%	3,39E-01	0,20%	3,83E-01	0,19%	4,20E-01	0,18%	4,53E-01	0,18%
Bexiga	7,54E-02	0,19%	1,10E-01	0,17%	1,46E-01	0,15%	1,77E-01	0,14%	2,03E-01	0,13%	2,24E-01	0,13%	2,42E-01	0,13%
Esôfago	4,87E-03	0,78%	7,81E-03	0,65%	1,13E-02	0,57%	1,44E-02	0,52%	1,73E-02	0,48%	1,95E-02	0,46%	2,16E-02	0,44%
Fígado	2,35E-02	0,06%	3,65E-02	0,05%	5,07E-02	0,05%	6,37E-02	0,04%	7,46E-02	0,04%	8,39E-02	0,04%	9,20E-02	0,04%
Tireoide	7,25E-04	2,76%	1,08E-03	2,43%	1,55E-03	2,14%	2,04E-03	1,94%	2,47E-03	1,80%	2,94E-03	1,68%	3,16E-03	1,63%
Superfície Óssea	1,57E-01	0,01%	2,08E-01	0,01%	2,60E-01	0,01%	3,03E-01	0,01%	3,39E-01	0,01%	3,67E-01	0,01%	3,90E-01	0,01%
Cérebro	5,47E-05	1,26%	9,67E-05	1,02%	1,50E-04	0,87%	2,07E-04	0,78%	2,53E-04	0,72%	2,99E-04	0,67%	3,49E-04	0,63%
Glândulas Salivares	7,48E-03	0,44%	1,04E-02	0,40%	1,35E-02	0,37%	1,63E-02	0,34%	1,89E-02	0,33%	2,10E-02	0,31%	2,28E-02	0,30%
Pele	1,41E-01	0,01%	1,50E-01	0,01%	1,57E-01	0,01%	1,63E-01	0,01%	1,67E-01	0,01%	1,71E-01	0,01%	1,73E-01	0,01%
Adrenais	6,17E-02	0,36%	8,94E-02	0,32%	1,19E-01	0,29%	1,44E-01	0,27%	1,64E-01	0,26%	1,81E-01	0,25%	1,96E-01	0,24%
Região Extratorácica	5,56E-04	2,54%	8,97E-04	2,15%	1,24E-03	1,93%	1,56E-03	1,79%	1,82E-03	1,69%	2,07E-03	1,60%	2,33E-03	1,52%
Vesícula Biliar	6,49E-02	0,44%	9,51E-02	0,39%	1,27E-01	0,35%	1,54E-01	0,33%	1,78E-01	0,31%	1,97E-01	0,30%	2,14E-01	0,29%
Coração	5,53E-03	0,28%	9,09E-03	0,23%	1,31E-02	0,20%	1,69E-02	0,18%	2,02E-02	0,17%	2,30E-02	0,16%	2,54E-02	0,16%
Rins	3,42E-01	0,03%	4,17E-01	0,03%	4,86E-01	0,03%	5,43E-01	0,03%	5,87E-01	0,03%	6,23E-01	0,03%	6,52E-01	0,03%
Músculos	1,51E-01	0,00%	1,79E-01	0,00%	2,05E-01	0,00%	2,27E-01	0,00%	2,43E-01	0,00%	2,57E-01	0,00%	2,68E-01	0,00%
Mucosa Oral	6,81E-04	1,56%	9,80E-04	1,39%	1,30E-03	1,28%	1,59E-03	1,20%	1,84E-03	1,14%	2,01E-03	1,10%	2,23E-03	1,06%
Pâncreas	3,05E-01	0,05%	3,88E-01	0,05%	4,66E-01	0,05%	5,30E-01	0,05%	5,81E-01	0,05%	6,22E-01	0,05%	6,54E-01	0,05%
Próstata	6,74E-02	0,14%	1,01E-01	0,12%	1,37E-01	0,11%	1,69E-01	0,10%	1,96E-01	0,10%	2,19E-01	0,09%	2,39E-01	0,09%
Intestino Delgado	6,06E-01	0,02%	7,45E-01	0,02%	8,74E-01	0,02%	9,80E-01	0,02%	1,06E+00	0,02%	1,13E+00	0,02%	1,19E+00	0,01%
Baço	1,02E-01	0,09%	1,34E-01	0,08%	1,64E-01	0,08%	1,88E-01	0,08%	2,07E-01	0,08%	2,21E-01	0,07%	2,32E-01	0,07%
Timos	6,85E-04	2,73%	1,26E-03	2,16%	1,96E-03	1,82%	2,57E-03	1,64%	3,25E-03	1,48%	3,80E-03	1,39%	4,28E-03	1,32%
E/PKA	1,87E-01	0,02%	2,33E-01	0,02%	2,77E-01	0,02%	3,14E-01	0,02%	3,44E-01	0,02%	3,68E-01	0,02%	3,88E-01	0,02%

Anexo C.3: H_T /PKA e E /PKA em mSv/Gy.cm² para paciente (UFHADF) em cenários sem a mesa de cirurgia em projeção AnteroPosterior (AP). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Medula vermelha	1,40E-01	0,02%	2,00E-01	0,02%	2,62E-01	0,02%	3,18E-01	0,01%	3,66E-01	0,01%	4,07E-01	0,04%	4,42E-01	0,04%
Cólon	1,12E+00	0,02%	1,30E+00	0,02%	1,46E+00	0,02%	1,59E+00	0,02%	1,69E+00	0,02%	1,76E+00	0,05%	1,82E+00	0,05%
Pulmão	3,04E-03	0,20%	5,09E-03	0,16%	7,43E-03	0,14%	9,65E-03	0,13%	1,16E-02	0,12%	1,33E-02	0,36%	1,49E-02	0,34%
Estômago	6,62E-02	0,11%	9,13E-02	0,10%	1,16E-01	0,09%	1,37E-01	0,09%	1,55E-01	0,08%	1,68E-01	0,25%	1,80E-01	0,25%
Mama	6,27E-03	0,22%	8,74E-03	0,20%	1,13E-02	0,18%	1,36E-02	0,17%	1,56E-02	0,16%	1,70E-02	0,49%	1,86E-02	0,47%
Testículos	4,22E-01	0,15%	5,28E-01	0,15%	6,28E-01	0,14%	7,09E-01	0,14%	7,73E-01	0,13%	8,39E-01	0,41%	8,77E-01	0,40%
Bexiga	2,70E-01	0,10%	3,36E-01	0,10%	3,99E-01	0,09%	4,50E-01	0,09%	4,89E-01	0,09%	5,20E-01	0,27%	5,47E-01	0,26%
Esôfago	3,83E-03	0,88%	6,46E-03	0,72%	9,39E-03	0,62%	1,23E-02	0,56%	1,47E-02	0,52%	1,67E-02	1,56%	1,92E-02	1,48%
Fígado	7,86E-02	0,03%	1,05E-01	0,03%	1,31E-01	0,03%	1,53E-01	0,03%	1,70E-01	0,03%	1,85E-01	0,08%	1,96E-01	0,08%
Tireoide	2,86E-04	4,44%	5,10E-04	3,60%	8,08E-04	3,00%	1,20E-03	2,58%	1,45E-03	2,39%	1,54E-03	7,35%	1,66E-03	7,09%
Superfície Óssea	7,49E-02	0,02%	1,09E-01	0,02%	1,44E-01	0,02%	1,76E-01	0,02%	2,02E-01	0,02%	2,24E-01	0,04%	2,42E-01	0,04%
Cérebro	1,72E-05	2,29%	3,10E-05	1,85%	5,04E-05	1,54%	6,82E-05	1,38%	8,88E-05	1,24%	1,10E-04	3,57%	1,34E-04	3,31%
Glândulas Salivares	3,99E-03	0,61%	6,18E-03	0,52%	8,69E-03	0,46%	1,11E-02	0,42%	1,32E-02	0,39%	1,50E-02	1,18%	1,66E-02	1,12%
Pele	1,41E-01	0,01%	1,49E-01	0,01%	1,56E-01	0,01%	1,61E-01	0,01%	1,65E-01	0,01%	1,69E-01	0,05%	1,71E-01	0,05%
Adrenais	4,94E-02	0,40%	7,31E-02	0,35%	9,95E-02	0,32%	1,22E-01	0,29%	1,41E-01	0,28%	1,57E-01	0,84%	1,71E-01	0,81%
Região Extratorácica	2,26E-04	4,03%	3,35E-04	3,56%	5,32E-04	3,01%	7,01E-04	2,69%	8,47E-04	2,51%	1,01E-03	7,38%	1,12E-03	6,91%
Vesícula Biliar	1,35E-01	0,30%	1,84E-01	0,28%	2,31E-01	0,26%	2,70E-01	0,25%	3,04E-01	0,24%	3,29E-01	0,73%	3,46E-01	0,71%
Coração	4,69E-03	0,30%	7,78E-03	0,25%	1,14E-02	0,22%	1,46E-02	0,20%	1,76E-02	0,18%	2,01E-02	0,55%	2,22E-02	0,53%
Rins	9,75E-02	0,07%	1,39E-01	0,06%	1,81E-01	0,05%	2,18E-01	0,05%	2,48E-01	0,05%	2,74E-01	0,15%	2,96E-01	0,14%
Músculos	1,37E-01	0,00%	1,64E-01	0,00%	1,89E-01	0,00%	2,10E-01	0,00%	2,26E-01	0,00%	2,38E-01	0,01%	2,49E-01	0,01%
Mucosa Oral	2,19E-04	2,80%	2,99E-04	2,58%	3,94E-04	2,37%	4,94E-04	2,18%	5,70E-04	2,06%	7,57E-04	6,02%	7,39E-04	5,96%
Pâncreas	1,26E-01	0,09%	1,75E-01	0,08%	2,24E-01	0,07%	2,65E-01	0,07%	2,99E-01	0,07%	3,27E-01	0,20%	3,51E-01	0,19%
Próstata	1,90E-01	0,08%	2,51E-01	0,08%	3,10E-01	0,07%	3,61E-01	0,07%	4,02E-01	0,07%	4,37E-01	0,21%	4,66E-01	0,20%
Intestino Delgado	8,59E-01	0,01%	1,04E+00	0,01%	1,20E+00	0,01%	1,33E+00	0,01%	1,43E+00	0,01%	1,51E+00	0,04%	1,57E+00	0,04%
Baço	1,81E-02	0,22%	2,81E-02	0,19%	3,90E-02	0,17%	4,89E-02	0,15%	5,71E-02	0,14%	6,41E-02	0,44%	7,03E-02	0,42%
Timos	4,80E-04	3,31%	9,20E-04	2,55%	1,51E-03	2,09%	1,99E-03	1,88%	2,41E-03	1,72%	2,60E-03	5,23%	3,12E-03	4,82%
E/PKA	2,26E-01	0,03%	2,76E-01	0,03%	3,23E-01	0,03%	3,61E-01	0,03%	3,92E-01	0,02%	4,18E-01	0,07%	4,38E-01	0,07%

Anexo C.4: H_T/PKA e E/PKA em mSv/Gy.cm² para paciente (UFHADF) em cenários sem a mesa de cirurgia em projeção LateroLateral (LL). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Medula vermelha	2,95E-01	0,01%	3,83E-01	0,01%	4,73E-01	0,01%	5,50E-01	0,01%	6,12E-01	0,01%	6,69E-01	0,01%	7,15E-01	0,01%
Cólon	8,04E-01	0,02%	9,46E-01	0,02%	1,08E+00	0,02%	1,18E+00	0,02%	1,26E+00	0,02%	1,33E+00	0,02%	1,38E+00	0,02%
Pulmão	3,38E-03	0,18%	5,51E-03	0,16%	7,94E-03	0,14%	1,02E-02	0,12%	1,22E-02	0,12%	1,39E-02	0,11%	1,54E-02	0,11%
Estômago	1,43E-01	0,07%	1,84E-01	0,07%	2,24E-01	0,07%	2,56E-01	0,06%	2,80E-01	0,06%	3,00E-01	0,06%	3,15E-01	0,06%
Mama	2,99E-03	0,32%	4,54E-03	0,27%	6,31E-03	0,24%	7,95E-03	0,22%	9,46E-03	0,21%	1,07E-02	0,20%	1,18E-02	0,19%
Testículos	1,55E-01	0,25%	2,19E-01	0,23%	2,82E-01	0,21%	3,37E-01	0,20%	3,80E-01	0,19%	4,17E-01	0,18%	4,51E-01	0,18%
Bexiga	7,43E-02	0,19%	1,08E-01	0,17%	1,44E-01	0,15%	1,74E-01	0,14%	1,99E-01	0,14%	2,21E-01	0,13%	2,38E-01	0,13%
Esôfago	4,76E-03	0,79%	7,63E-03	0,66%	1,10E-02	0,58%	1,41E-02	0,53%	1,67E-02	0,49%	1,90E-02	0,46%	2,10E-02	0,44%
Fígado	2,30E-02	0,06%	3,56E-02	0,05%	4,95E-02	0,05%	6,21E-02	0,04%	7,26E-02	0,04%	8,19E-02	0,04%	8,98E-02	0,04%
Tireoide	2,43E-04	4,85%	4,37E-04	3,90%	7,23E-04	3,20%	9,89E-04	2,82%	1,36E-03	2,47%	1,56E-03	2,33%	1,74E-03	2,23%
Superfície Óssea	1,57E-01	0,01%	2,07E-01	0,01%	2,58E-01	0,01%	3,02E-01	0,01%	3,35E-01	0,01%	3,65E-01	0,01%	3,88E-01	0,01%
Cérebro	1,56E-05	2,37%	2,88E-05	1,90%	4,67E-05	1,59%	6,74E-05	1,38%	1,08E-04	1,12%	1,06E-04	1,15%	1,29E-04	1,06%
Glândulas Salivares	5,70E-03	0,50%	7,87E-03	0,46%	1,03E-02	0,42%	1,26E-02	0,39%	1,47E-02	0,37%	1,64E-02	0,35%	1,79E-02	0,34%
Pele	1,40E-01	0,01%	1,48E-01	0,01%	1,55E-01	0,01%	1,60E-01	0,01%	1,64E-01	0,01%	1,68E-01	0,01%	1,70E-01	0,01%
Adrenais	6,16E-02	0,36%	8,93E-02	0,32%	1,18E-01	0,29%	1,43E-01	0,27%	1,64E-01	0,26%	1,81E-01	0,25%	1,96E-01	0,24%
Região Extratorácica	1,34E-04	5,25%	2,76E-04	4,00%	4,23E-04	3,41%	6,01E-04	2,95%	7,42E-04	2,67%	8,75E-04	2,50%	1,00E-03	2,34%
Vesícula Biliar	6,46E-02	0,44%	9,45E-02	0,39%	1,27E-01	0,35%	1,53E-01	0,33%	1,76E-01	0,31%	1,95E-01	0,30%	2,13E-01	0,29%
Coração	5,05E-03	0,29%	8,34E-03	0,24%	1,21E-02	0,21%	1,56E-02	0,19%	1,87E-02	0,18%	2,13E-02	0,17%	2,36E-02	0,16%
Rins	3,42E-01	0,03%	4,16E-01	0,03%	4,85E-01	0,03%	5,42E-01	0,03%	5,85E-01	0,03%	6,23E-01	0,03%	6,52E-01	0,03%
Músculos	1,50E-01	0,00%	1,78E-01	0,00%	2,04E-01	0,00%	2,25E-01	0,00%	2,41E-01	0,00%	2,55E-01	0,00%	2,66E-01	0,00%
Mucosa Oral	8,25E-05	4,54%	1,50E-04	3,65%	2,35E-04	3,09%	3,23E-04	2,74%	4,32E-04	2,37%	4,59E-04	2,35%	5,51E-04	2,15%
Pâncreas	3,05E-01	0,05%	3,87E-01	0,05%	4,65E-01	0,05%	5,29E-01	0,05%	5,78E-01	0,05%	6,20E-01	0,05%	6,53E-01	0,05%
Próstata	6,71E-02	0,14%	1,00E-01	0,12%	1,36E-01	0,11%	1,68E-01	0,10%	1,94E-01	0,10%	2,17E-01	0,09%	2,37E-01	0,09%
Intestino Delgado	6,05E-01	0,02%	7,43E-01	0,02%	8,72E-01	0,02%	9,78E-01	0,02%	1,06E+00	0,02%	1,13E+00	0,02%	1,18E+00	0,01%
Baço	1,02E-01	0,09%	1,33E-01	0,08%	1,63E-01	0,08%	1,87E-01	0,08%	2,05E-01	0,08%	2,20E-01	0,07%	2,31E-01	0,07%
Timos	4,35E-04	3,48%	8,34E-04	2,69%	1,40E-03	2,17%	1,84E-03	1,94%	2,35E-03	1,75%	2,84E-03	1,62%	3,21E-03	1,52%
E/PKA	1,86E-01	0,02%	2,32E-01	0,02%	2,75E-01	0,02%	3,12E-01	0,02%	3,40E-01	0,02%	3,65E-01	0,02%	3,85E-01	0,02%

ANEXO D

Anexo D.1: H_T /PKA e E/PKA em $\mu\text{Sv}/\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$ para médico cirurgião (UFHADF) em cenários com protetores e com saiote em projeção AnteroPosterior (AP). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Medula vermelha	6,29E-01	0,22%	8,88E-01	0,19%	1,18E+00	0,18%	1,45E+00	0,17%	1,69E+00	0,16%	1,90E+00	0,15%	2,08E+00	0,14%
Cólon	8,24E-01	0,59%	1,10E+00	0,55%	1,39E+00	0,51%	1,65E+00	0,49%	1,88E+00	0,47%	2,04E+00	0,45%	2,24E+00	0,44%
Pulmão	8,25E-01	0,37%	1,10E+00	0,35%	1,38E+00	0,33%	1,63E+00	0,31%	1,83E+00	0,30%	2,00E+00	0,29%	2,15E+00	0,28%
Estômago	1,95E+00	0,62%	2,55E+00	0,58%	3,21E+00	0,54%	3,76E+00	0,52%	4,22E+00	0,50%	4,60E+00	0,49%	4,85E+00	0,48%
Mama	2,35E-01	1,11%	3,15E-01	1,02%	4,15E-01	0,93%	5,22E-01	0,86%	6,23E-01	0,80%	7,17E-01	0,75%	7,87E-01	0,72%
Testículos	2,19E-01	6,65%	3,58E-01	5,57%	4,91E-01	4,97%	6,63E-01	4,45%	8,34E-01	4,08%	8,85E-01	3,97%	1,04E+00	3,66%
Bexiga	1,42E-01	4,28%	2,29E-01	3,61%	3,29E-01	3,14%	4,48E-01	2,82%	5,92E-01	2,52%	6,89E-01	2,34%	7,87E-01	2,20%
Esôfago	2,56E-01	3,39%	3,90E-01	2,92%	5,72E-01	2,53%	7,12E-01	2,35%	8,55E-01	2,18%	9,46E-01	2,09%	1,06E+00	1,98%
Fígado	8,91E-02	0,94%	1,46E-01	0,80%	2,25E-01	0,68%	3,07E-01	0,61%	3,81E-01	0,56%	4,56E-01	0,52%	5,13E-01	0,50%
Tireoide	1,77E-01	5,73%	2,54E-01	5,06%	3,97E-01	4,36%	4,74E-01	4,09%	5,97E-01	3,67%	6,78E-01	3,52%	7,92E-01	3,35%
Superfície Óssea	1,31E+00	0,14%	1,83E+00	0,12%	2,36E+00	0,11%	2,84E+00	0,10%	3,24E+00	0,10%	3,57E+00	0,09%	3,84E+00	0,09%
Cérebro	3,53E-01	0,51%	5,00E-01	0,46%	6,65E-01	0,43%	8,16E-01	0,40%	9,33E-01	0,38%	1,04E+00	0,37%	1,13E+00	0,36%
Glândulas Salivares	5,00E+00	0,54%	6,17E+00	0,52%	7,31E+00	0,50%	8,28E+00	0,48%	9,10E+00	0,47%	9,64E+00	0,46%	1,02E+01	0,45%
Pele	1,58E+00	0,13%	1,89E+00	0,12%	2,17E+00	0,12%	2,40E+00	0,12%	2,59E+00	0,12%	2,74E+00	0,12%	2,85E+00	0,11%
Adrenais	2,69E-01	5,35%	4,78E-01	4,34%	6,01E-01	4,08%	7,95E-01	3,57%	9,43E-01	3,34%	1,04E+00	3,24%	1,22E+00	3,05%
Região Extratorácica	1,74E-01	4,57%	2,98E-01	3,81%	4,17E-01	3,44%	5,23E-01	3,13%	6,23E-01	2,94%	7,24E-01	2,78%	7,81E-01	2,67%
Vesícula Biliar	1,02E-01	10,87%	1,77E-01	8,90%	2,64E-01	7,65%	3,48E-01	6,69%	4,45E-01	6,04%	5,33E-01	5,74%	5,98E-01	5,31%
Coração	4,95E-01	0,92%	7,07E-01	0,83%	9,59E-01	0,75%	1,19E+00	0,69%	1,39E+00	0,66%	1,57E+00	0,63%	1,69E+00	0,61%
Rins	5,54E-01	0,85%	7,94E-01	0,76%	1,04E+00	0,70%	1,28E+00	0,65%	1,46E+00	0,62%	1,63E+00	0,60%	1,76E+00	0,58%
Músculos	7,98E-01	0,07%	1,04E+00	0,07%	1,28E+00	0,07%	1,49E+00	0,06%	1,67E+00	0,06%	1,81E+00	0,06%	1,93E+00	0,06%
Mucosa Oral	2,15E-01	2,81%	3,10E-01	2,53%	4,14E-01	2,29%	5,15E-01	2,14%	6,07E-01	2,01%	6,97E-01	1,90%	7,42E-01	1,86%
Pâncreas	9,62E-01	0,96%	1,33E+00	0,88%	1,81E+00	0,79%	2,15E+00	0,75%	2,45E+00	0,72%	2,74E+00	0,69%	2,97E+00	0,67%
Próstata	1,05E-01	3,54%	1,81E-01	2,90%	2,78E-01	2,46%	3,88E-01	2,15%	4,70E-01	1,98%	5,66E-01	1,84%	6,52E-01	1,73%
Intestino Delgado	4,35E-01	0,64%	6,19E-01	0,58%	8,34E-01	0,52%	1,03E+00	0,49%	1,22E+00	0,46%	1,38E+00	0,44%	1,51E+00	0,42%
Baço	3,66E+00	0,48%	4,68E+00	0,45%	5,68E+00	0,43%	6,48E+00	0,42%	7,15E+00	0,41%	7,70E+00	0,40%	8,09E+00	0,39%
Timos	2,03E-01	5,00%	3,16E-01	4,36%	4,64E-01	3,78%	6,16E-01	3,36%	6,91E-01	3,24%	7,20E-01	3,17%	8,79E-01	2,95%
E/PKA	7,41E-01	0,29%	9,97E-01	0,27%	1,27E+00	0,26%	1,52E+00	0,25%	1,74E+00	0,24%	1,91E+00	0,23%	2,07E+00	0,23%

Anexo D.2: H_T/PKA e E/PKA em $\mu\text{Sv}/\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$ para médico cirurgião (UFHADF) em cenários com protetores e com saiote em projeção LateroLateral (LL). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Medula vermelha	9,45E-02	0,57%	1,65E-01	0,47%	2,56E-01	0,38%	3,49E-01	0,34%	4,43E-01	0,31%	5,30E-01	0,29%	6,09E-01	0,27%
Cólon	7,61E-02	1,96%	1,30E-01	1,61%	2,04E-01	1,35%	2,72E-01	1,20%	3,42E-01	1,10%	4,03E-01	1,02%	4,52E-01	0,97%
Pulmão	8,36E-02	1,18%	1,44E-01	0,97%	2,16E-01	0,83%	2,90E-01	0,74%	3,63E-01	0,67%	4,24E-01	0,63%	4,84E-01	0,59%
Estômago	1,59E-01	2,18%	2,74E-01	1,78%	4,05E-01	1,54%	5,47E-01	1,36%	6,85E-01	1,25%	8,03E-01	1,17%	9,01E-01	1,11%
Mama	3,16E-02	3,04%	5,25E-02	2,52%	7,53E-02	2,17%	1,07E-01	1,88%	1,39E-01	1,69%	1,63E-01	1,57%	1,93E-01	1,46%
Testículos	3,34E-02	16,76%	4,84E-02	15,06%	9,56E-02	11,35%	1,24E-01	10,20%	1,91E-01	8,47%	2,34E-01	7,80%	2,54E-01	7,40%
Bexiga	1,99E-02	11,49%	4,00E-02	8,86%	6,98E-02	6,94%	1,20E-01	5,44%	1,61E-01	4,78%	1,79E-01	4,50%	2,08E-01	4,27%
Esôfago	2,68E-02	10,46%	5,39E-02	7,92%	1,06E-01	5,90%	1,53E-01	5,09%	1,76E-01	4,74%	2,16E-01	4,34%	2,54E-01	4,16%
Fígado	1,02E-02	2,80%	2,10E-02	2,11%	3,68E-02	1,69%	5,73E-02	1,42%	7,82E-02	1,25%	9,63E-02	1,14%	1,13E-01	1,07%
Tireoide	3,66E-02	12,45%	7,22E-02	9,55%	9,85E-02	8,75%	1,88E-01	6,66%	1,86E-01	6,68%	2,64E-01	5,75%	2,81E-01	5,56%
Superfície Óssea	2,27E-01	0,30%	3,82E-01	0,24%	5,71E-01	0,21%	7,57E-01	0,19%	9,29E-01	0,17%	1,08E+00	0,16%	1,22E+00	0,15%
Cérebro	1,97E-01	0,69%	3,07E-01	0,60%	4,34E-01	0,53%	5,53E-01	0,49%	6,57E-01	0,46%	7,52E-01	0,44%	8,39E-01	0,42%
Glândulas Salivares	5,73E-01	1,60%	9,39E-01	1,34%	1,31E+00	1,18%	1,67E+00	1,08%	2,01E+00	1,00%	2,35E+00	0,94%	2,56E+00	0,90%
Pele	2,06E-01	0,35%	3,02E-01	0,31%	4,14E-01	0,28%	5,17E-01	0,26%	6,06E-01	0,24%	6,88E-01	0,23%	7,57E-01	0,22%
Adrenais	2,86E-02	17,22%	4,90E-02	13,43%	9,12E-02	10,21%	1,53E-01	8,70%	1,58E-01	8,16%	2,28E-01	7,07%	2,64E-01	6,72%
Região Extratorácica	1,55E-01	4,83%	2,47E-01	4,13%	3,44E-01	3,69%	4,05E-01	3,45%	4,85E-01	3,18%	6,15E-01	2,90%	6,01E-01	2,89%
Vesícula Biliar	6,81E-03	43,69%	2,03E-02	25,58%	3,31E-02	19,87%	5,82E-02	16,14%	6,17E-02	15,61%	1,20E-01	12,08%	1,49E-01	11,10%
Coração	5,49E-02	2,78%	9,95E-02	2,20%	1,60E-01	1,85%	2,26E-01	1,61%	2,81E-01	1,46%	3,42E-01	1,34%	3,91E-01	1,26%
Rins	4,99E-02	2,84%	9,59E-02	2,21%	1,44E-01	1,89%	2,08E-01	1,63%	2,62E-01	1,48%	3,00E-01	1,39%	3,59E-01	1,29%
Músculos	1,05E-01	0,20%	1,70E-01	0,17%	2,47E-01	0,15%	3,23E-01	0,14%	3,92E-01	0,13%	4,55E-01	0,12%	5,11E-01	0,12%
Mucosa Oral	6,45E-02	5,15%	1,03E-01	4,39%	1,61E-01	3,74%	2,27E-01	3,23%	2,62E-01	3,06%	3,19E-01	2,81%	3,56E-01	2,71%
Pâncreas	8,15E-02	3,30%	1,46E-01	2,67%	2,34E-01	2,20%	3,24E-01	1,93%	4,18E-01	1,73%	4,95E-01	1,63%	5,58E-01	1,53%
Próstata	1,50E-02	9,45%	3,15E-02	7,01%	6,29E-02	5,24%	9,07E-02	4,48%	1,23E-01	3,95%	1,49E-01	3,59%	1,86E-01	3,27%
Intestino Delgado	4,36E-02	2,03%	8,19E-02	1,59%	1,36E-01	1,31%	1,85E-01	1,16%	2,35E-01	1,04%	2,89E-01	0,96%	3,36E-01	0,90%
Baço	2,95E-01	1,69%	4,79E-01	1,42%	7,30E-01	1,21%	9,48E-01	1,10%	1,16E+00	1,01%	1,34E+00	0,96%	1,51E+00	0,91%
Timos	2,73E-02	13,48%	5,92E-02	10,07%	9,07E-02	8,38%	1,35E-01	7,12%	1,77E-01	6,34%	2,31E-01	5,79%	2,65E-01	5,35%
E/PKA	8,10E-02	0,88%	1,38E-01	0,72%	2,11E-01	0,64%	2,86E-01	0,57%	3,58E-01	0,54%	4,25E-01	0,51%	4,80E-01	0,47%

Anexo D.3: H_T/PKA e E/PKA em $\mu\text{Sv}/\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$ para médico cirurgião (UFHADF) em cenários sem protetores e com saíote em projeção AnteroPosterior (AP). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Medula vermelha	1,01E+00	0,25%	2,15E+00	0,19%	2,78E+00	0,17%	3,34E+00	0,15%	3,82E+00	0,14%	4,22E+00	0,14%	4,58E+00	0,13%
Cólon	2,32E+00	0,35%	3,11E+00	0,33%	3,89E+00	0,31%	4,57E+00	0,29%	5,07E+00	0,28%	5,50E+00	0,28%	5,82E+00	0,27%
Pulmão	1,29E+00	0,30%	1,73E+00	0,28%	2,20E+00	0,26%	2,59E+00	0,25%	2,92E+00	0,24%	3,16E+00	0,23%	3,40E+00	0,22%
Estômago	4,13E+00	0,43%	5,41E+00	0,40%	6,67E+00	0,38%	7,72E+00	0,36%	8,54E+00	0,35%	9,29E+00	0,34%	9,75E+00	0,34%
Mama	3,98E+00	0,27%	4,73E+00	0,26%	5,49E+00	0,26%	6,08E+00	0,25%	6,57E+00	0,25%	6,93E+00	0,24%	7,25E+00	0,24%
Testículos	8,48E-01	3,36%	1,33E+00	2,88%	1,74E+00	2,63%	2,20E+00	2,43%	2,56E+00	2,31%	2,77E+00	2,21%	3,06E+00	2,12%
Bexiga	1,15E+00	1,50%	1,57E+00	1,37%	2,15E+00	1,24%	2,62E+00	1,16%	2,98E+00	1,10%	3,26E+00	1,07%	3,56E+00	1,03%
Esôfago	4,84E-01	2,44%	7,81E-01	2,08%	1,09E+00	1,83%	1,35E+00	1,69%	1,58E+00	1,59%	1,84E+00	1,50%	1,95E+00	1,46%
Fígado	8,08E-01	0,32%	1,16E+00	0,28%	1,54E+00	0,26%	1,86E+00	0,25%	2,14E+00	0,24%	2,38E+00	0,23%	2,58E+00	0,22%
Tireoide	1,22E+00	2,19%	1,65E+00	2,01%	2,14E+00	1,86%	2,53E+00	1,78%	2,78E+00	1,71%	3,16E+00	1,63%	3,37E+00	1,60%
Superfície Óssea	1,60E+00	0,13%	2,84E+00	0,11%	3,68E+00	0,10%	4,41E+00	0,09%	5,02E+00	0,09%	5,52E+00	0,08%	5,94E+00	0,08%
Cérebro	6,07E-01	0,39%	8,65E-01	0,35%	1,15E+00	0,33%	1,40E+00	0,31%	1,61E+00	0,29%	1,80E+00	0,28%	1,95E+00	0,27%
Glândulas Salivares	7,38E+00	0,44%	9,23E+00	0,42%	1,10E+01	0,41%	1,25E+01	0,39%	1,37E+01	0,38%	1,47E+01	0,38%	1,54E+01	0,37%
Pele	2,78E+00	0,10%	3,30E+00	0,09%	3,77E+00	0,09%	4,15E+00	0,09%	4,44E+00	0,09%	4,66E+00	0,09%	4,84E+00	0,09%
Adrenais	4,78E-01	4,06%	6,60E-01	3,64%	1,02E+00	3,08%	1,33E+00	2,76%	1,54E+00	2,64%	1,84E+00	2,44%	1,89E+00	2,39%
Região Extratorácica	1,39E+00	1,65%	1,80E+00	1,55%	2,32E+00	1,44%	2,67E+00	1,38%	3,02E+00	1,32%	3,33E+00	1,28%	3,57E+00	1,24%
Vesícula Biliar	6,12E-01	4,49%	9,25E-01	3,85%	1,30E+00	3,46%	1,80E+00	3,03%	2,04E+00	2,89%	2,21E+00	2,80%	2,46E+00	2,70%
Coração	1,41E+00	0,55%	1,98E+00	0,50%	2,58E+00	0,46%	3,08E+00	0,43%	3,51E+00	0,41%	3,85E+00	0,40%	4,15E+00	0,39%
Rins	6,70E-01	0,77%	9,89E-01	0,68%	1,35E+00	0,61%	1,66E+00	0,57%	1,90E+00	0,55%	2,13E+00	0,52%	2,32E+00	0,51%
Músculos	1,34E+00	0,06%	1,77E+00	0,05%	2,18E+00	0,05%	2,54E+00	0,05%	2,83E+00	0,05%	3,07E+00	0,05%	3,26E+00	0,05%
Mucosa Oral	2,70E+00	0,80%	3,37E+00	0,77%	3,99E+00	0,75%	4,55E+00	0,72%	4,91E+00	0,71%	5,25E+00	0,69%	5,45E+00	0,69%
Pâncreas	1,43E+00	0,79%	2,06E+00	0,71%	2,69E+00	0,65%	3,31E+00	0,60%	3,77E+00	0,58%	4,17E+00	0,56%	4,52E+00	0,54%
Próstata	3,90E-01	1,83%	6,60E-01	1,51%	9,31E-01	1,34%	1,18E+00	1,22%	1,43E+00	1,14%	1,61E+00	1,08%	1,78E+00	1,04%
Intestino Delgado	1,70E+00	0,32%	2,37E+00	0,30%	3,04E+00	0,27%	3,64E+00	0,26%	4,09E+00	0,25%	4,52E+00	0,24%	4,84E+00	0,23%
Baço	3,95E+00	0,46%	5,13E+00	0,43%	6,32E+00	0,41%	7,28E+00	0,39%	8,08E+00	0,38%	8,67E+00	0,37%	9,15E+00	0,37%
Timos	7,71E-01	2,59%	1,10E+00	2,33%	1,47E+00	2,10%	1,76E+00	1,97%	2,03E+00	1,88%	2,37E+00	1,77%	2,48E+00	1,73%
E/PKA	2,03E+00	0,19%	2,76E+00	0,18%	3,43E+00	0,17%	4,00E+00	0,16%	4,45E+00	0,16%	4,83E+00	0,15%	5,14E+00	0,15%

Anexo D.4: HT/PKA e E/PKA em $\mu\text{Sv/Gy.cm}^2$ para médico cirurgião (UFHADF) em cenários sem protetores e com saiote em projeção LateroLateral (LL). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Medula vermelha	3,05E-01	0,50%	4,96E-01	0,40%	7,28E-01	0,33%	9,58E-01	0,29%	1,17E+00	0,27%	1,36E+00	0,25%	1,55E+00	0,23%
Cólon	2,39E-01	1,10%	3,92E-01	0,92%	5,81E-01	0,79%	7,61E-01	0,72%	9,29E-01	0,66%	1,07E+00	0,62%	1,21E+00	0,59%
Pulmão	1,69E-01	0,83%	2,81E-01	0,69%	4,18E-01	0,59%	5,56E-01	0,53%	6,81E-01	0,49%	7,85E-01	0,46%	8,85E-01	0,44%
Estômago	3,47E-01	1,46%	5,76E-01	1,22%	8,77E-01	1,04%	1,12E+00	0,95%	1,36E+00	0,89%	1,56E+00	0,83%	1,79E+00	0,79%
Mama	3,64E-01	0,89%	5,39E-01	0,78%	7,48E-01	0,70%	9,44E-01	0,64%	1,12E+00	0,60%	1,26E+00	0,57%	1,40E+00	0,54%
Testículos	1,05E-01	9,51%	2,14E-01	7,04%	3,38E-01	5,94%	4,74E-01	5,27%	5,86E-01	4,72%	6,78E-01	4,51%	7,91E-01	4,20%
Bexiga	1,68E-01	3,98%	2,60E-01	3,36%	4,36E-01	2,74%	5,98E-01	2,44%	7,25E-01	2,24%	8,70E-01	2,07%	9,85E-01	1,96%
Esôfago	9,48E-02	5,66%	1,52E-01	4,71%	2,23E-01	4,00%	3,30E-01	3,42%	4,38E-01	3,01%	5,23E-01	2,83%	5,89E-01	2,65%
Fígado	7,57E-02	1,02%	1,36E-01	0,83%	2,12E-01	0,70%	2,88E-01	0,62%	3,58E-01	0,58%	4,30E-01	0,54%	4,92E-01	0,51%
Tireoide	4,15E-01	3,77%	6,36E-01	3,25%	8,69E-01	2,91%	1,06E+00	2,73%	1,27E+00	2,56%	1,47E+00	2,41%	1,61E+00	2,32%
Superfície Óssea	3,95E-01	0,28%	6,56E-01	0,23%	9,65E-01	0,19%	1,27E+00	0,17%	1,54E+00	0,16%	1,79E+00	0,15%	2,02E+00	0,14%
Cérebro	2,48E-01	0,61%	3,95E-01	0,52%	5,58E-01	0,47%	7,17E-01	0,43%	8,61E-01	0,40%	9,91E-01	0,38%	1,11E+00	0,36%
Glândulas Salivares	1,13E+00	1,14%	1,81E+00	0,97%	2,47E+00	0,87%	3,14E+00	0,79%	3,65E+00	0,74%	4,21E+00	0,70%	4,62E+00	0,68%
Pele	3,69E-01	0,26%	5,34E-01	0,23%	7,20E-01	0,21%	8,85E-01	0,20%	1,03E+00	0,19%	1,16E+00	0,18%	1,26E+00	0,17%
Adrenais	3,87E-02	13,69%	9,08E-02	9,95%	1,43E-01	8,44%	2,19E-01	6,82%	2,72E-01	6,29%	3,42E-01	5,65%	3,98E-01	5,42%
Região Extratorácica	5,31E-01	2,66%	7,80E-01	2,34%	1,07E+00	2,11%	1,32E+00	1,97%	1,56E+00	1,82%	1,72E+00	1,76%	1,91E+00	1,69%
Vesícula Biliar	7,34E-02	13,06%	8,78E-02	12,34%	1,46E-01	9,81%	2,48E-01	8,09%	3,30E-01	7,16%	4,11E-01	6,48%	5,17E-01	5,98%
Coração	1,66E-01	1,60%	2,97E-01	1,28%	4,36E-01	1,11%	5,97E-01	0,98%	7,41E-01	0,90%	8,65E-01	0,84%	9,87E-01	0,80%
Rins	6,53E-02	2,47%	1,25E-01	1,92%	1,99E-01	1,60%	2,72E-01	1,43%	3,49E-01	1,28%	4,19E-01	1,19%	4,83E-01	1,11%
Músculos	1,88E-01	0,15%	3,01E-01	0,13%	4,36E-01	0,11%	5,62E-01	0,10%	6,77E-01	0,10%	7,82E-01	0,09%	8,76E-01	0,09%
Mucosa Oral	5,33E-01	1,83%	8,11E-01	1,58%	1,09E+00	1,43%	1,38E+00	1,32%	1,64E+00	1,23%	1,87E+00	1,17%	2,06E+00	1,13%
Pâncreas	1,33E-01	2,60%	2,42E-01	2,06%	3,54E-01	1,78%	5,17E-01	1,53%	6,44E-01	1,40%	7,57E-01	1,32%	8,74E-01	1,23%
Próstata	6,40E-02	4,61%	1,17E-01	3,60%	1,94E-01	2,95%	2,86E-01	2,50%	3,39E-01	2,32%	4,19E-01	2,10%	5,17E-01	1,93%
Intestino Delgado	1,79E-01	1,00%	3,15E-01	0,81%	4,74E-01	0,70%	6,27E-01	0,63%	7,72E-01	0,58%	8,97E-01	0,54%	1,03E+00	0,51%
Baço	3,47E-01	1,54%	5,72E-01	1,29%	8,44E-01	1,12%	1,12E+00	1,01%	1,38E+00	0,93%	1,55E+00	0,89%	1,79E+00	0,84%
Timos	1,92E-01	5,22%	2,98E-01	4,42%	4,66E-01	3,74%	6,23E-01	3,35%	7,08E-01	3,17%	8,38E-01	2,97%	9,62E-01	2,75%
E/PKA	2,56E-01	0,54%	4,13E-01	0,47%	6,05E-01	0,41%	7,88E-01	0,38%	9,55E-01	0,35%	1,10E+00	0,33%	1,24E+00	0,32%

Anexo D.5: H_T /PKA e E/PKA em $\mu\text{Sv}/\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$ para médico cirurgião (UFHADF) em cenários com protetores e sem saíote em projeção AnteroPosterior (AP). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Medula vermelha	6,31E-01	0,22%	8,92E-01	0,19%	1,18E+00	0,18%	1,46E+00	0,17%	1,70E+00	0,16%	1,91E+00	0,15%	2,09E+00	0,14%
Cólon	8,19E-01	0,59%	1,10E+00	0,55%	1,39E+00	0,51%	1,66E+00	0,49%	1,87E+00	0,47%	2,06E+00	0,45%	2,22E+00	0,44%
Pulmão	8,23E-01	0,37%	1,10E+00	0,35%	1,38E+00	0,33%	1,63E+00	0,31%	1,83E+00	0,30%	1,99E+00	0,29%	2,14E+00	0,28%
Estômago	1,94E+00	0,62%	2,56E+00	0,58%	3,19E+00	0,55%	3,75E+00	0,52%	4,23E+00	0,50%	4,62E+00	0,49%	4,89E+00	0,47%
Mama	2,40E-01	1,10%	3,15E-01	1,02%	4,17E-01	0,93%	5,26E-01	0,85%	6,32E-01	0,79%	7,09E-01	0,75%	7,81E-01	0,72%
Testículos	2,26E-01	6,51%	3,53E-01	5,60%	5,22E-01	4,86%	6,53E-01	4,41%	8,38E-01	4,09%	9,28E-01	3,84%	9,96E-01	3,72%
Bexiga	1,53E-01	4,16%	2,37E-01	3,52%	3,63E-01	2,99%	4,93E-01	2,68%	5,87E-01	2,51%	7,30E-01	2,30%	8,41E-01	2,15%
Esôfago	2,42E-01	3,46%	3,98E-01	2,91%	5,73E-01	2,53%	7,01E-01	2,36%	8,35E-01	2,19%	9,78E-01	2,07%	1,06E+00	1,97%
Fígado	8,86E-02	0,95%	1,48E-01	0,79%	2,26E-01	0,68%	3,04E-01	0,61%	3,86E-01	0,56%	4,57E-01	0,52%	5,21E-01	0,49%
Tireoide	1,95E-01	5,45%	2,68E-01	4,95%	3,87E-01	4,36%	5,06E-01	3,97%	6,00E-01	3,73%	7,23E-01	3,43%	7,50E-01	3,37%
Superfície Óssea	1,99E+00	0,11%	2,72E+00	0,10%	3,46E+00	0,09%	4,10E+00	0,08%	4,64E+00	0,08%	5,07E+00	0,08%	5,42E+00	0,08%
Cérebro	3,56E-01	0,51%	5,03E-01	0,46%	6,64E-01	0,43%	8,13E-01	0,40%	9,35E-01	0,38%	1,04E+00	0,37%	1,14E+00	0,36%
Glândulas Salivares	7,30E+00	0,44%	8,91E+00	0,43%	1,05E+01	0,41%	1,17E+01	0,41%	1,27E+01	0,40%	1,35E+01	0,39%	1,41E+01	0,38%
Pele	2,48E+00	0,10%	2,90E+00	0,10%	3,26E+00	0,10%	3,58E+00	0,10%	3,81E+00	0,10%	3,98E+00	0,10%	4,13E+00	0,09%
Adrenais	3,00E-01	5,10%	4,00E-01	4,67%	6,23E-01	3,93%	8,48E-01	3,51%	9,52E-01	3,35%	1,14E+00	3,11%	1,18E+00	3,02%
Região Extratorácica	1,88E-01	4,42%	2,75E-01	3,95%	4,15E-01	3,39%	5,09E-01	3,16%	6,28E-01	2,91%	7,25E-01	2,74%	7,70E-01	2,65%
Vesícula Biliar	7,64E-02	12,13%	1,53E-01	9,35%	2,67E-01	7,83%	3,96E-01	6,44%	4,70E-01	6,05%	5,78E-01	5,55%	6,52E-01	5,26%
Coração	4,92E-01	0,93%	7,19E-01	0,82%	9,69E-01	0,74%	1,19E+00	0,70%	1,40E+00	0,65%	1,56E+00	0,63%	1,69E+00	0,61%
Rins	5,52E-01	0,85%	7,89E-01	0,76%	1,05E+00	0,70%	1,28E+00	0,65%	1,46E+00	0,62%	1,63E+00	0,60%	1,75E+00	0,58%
Músculos	1,22E+00	0,06%	1,55E+00	0,06%	1,86E+00	0,05%	2,12E+00	0,05%	2,34E+00	0,05%	2,51E+00	0,05%	2,66E+00	0,05%
Mucosa Oral	2,21E-01	2,77%	3,09E-01	2,52%	3,95E-01	2,32%	5,29E-01	2,12%	6,21E-01	1,99%	6,85E-01	1,91%	7,40E-01	1,86%
Pâncreas	9,57E-01	0,97%	1,36E+00	0,87%	1,76E+00	0,80%	2,16E+00	0,75%	2,46E+00	0,72%	2,70E+00	0,69%	2,95E+00	0,67%
Próstata	1,05E-01	3,54%	1,94E-01	2,80%	2,97E-01	2,37%	3,92E-01	2,12%	4,92E-01	1,93%	5,94E-01	1,80%	6,92E-01	1,67%
Intestino Delgado	4,36E-01	0,64%	6,29E-01	0,57%	8,37E-01	0,52%	1,04E+00	0,48%	1,22E+00	0,46%	1,39E+00	0,44%	1,52E+00	0,42%
Baço	3,64E+00	0,48%	4,67E+00	0,45%	5,71E+00	0,43%	6,53E+00	0,42%	7,21E+00	0,41%	7,71E+00	0,40%	8,16E+00	0,39%
Timos	2,17E-01	4,91%	3,15E-01	4,36%	4,22E-01	3,88%	5,45E-01	3,54%	6,92E-01	3,25%	7,68E-01	3,09%	8,42E-01	2,97%
E/PKA	7,85E-01	0,27%	1,05E+00	0,26%	1,34E+00	0,25%	1,59E+00	0,24%	1,81E+00	0,24%	2,00E+00	0,23%	2,15E+00	0,22%

Anexo D.6: H_T /PKA e E/PKA em $\mu\text{Sv}/\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$ para médico cirurgião (UFHADF) em cenários com protetores e sem saíote em projeção LateroLateral (LL). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Medula vermelha	9,51E-02	0,58%	1,64E-01	0,45%	2,54E-01	0,38%	3,51E-01	0,34%	4,41E-01	0,31%	5,25E-01	0,29%	6,10E-01	0,27%
Cólon	7,80E-02	1,93%	1,29E-01	1,60%	2,01E-01	1,35%	2,74E-01	1,20%	3,44E-01	1,09%	3,96E-01	1,03%	4,62E-01	0,96%
Pulmão	8,20E-02	1,19%	1,42E-01	0,97%	2,15E-01	0,83%	2,93E-01	0,73%	3,64E-01	0,67%	4,24E-01	0,63%	4,84E-01	0,59%
Estômago	1,54E-01	2,20%	2,70E-01	1,79%	4,27E-01	1,50%	5,57E-01	1,36%	6,88E-01	1,25%	8,17E-01	1,15%	9,04E-01	1,10%
Mama	3,19E-02	3,01%	5,18E-02	2,52%	7,92E-02	2,15%	1,10E-01	1,88%	1,42E-01	1,68%	1,72E-01	1,55%	1,94E-01	1,45%
Testículos	2,53E-02	19,96%	5,27E-02	14,18%	1,04E-01	11,13%	1,60E-01	9,28%	1,77E-01	8,52%	2,50E-01	7,60%	2,80E-01	7,22%
Bexiga	2,68E-02	10,28%	4,44E-02	8,43%	7,49E-02	6,52%	1,29E-01	5,43%	1,61E-01	4,87%	1,91E-01	4,45%	2,32E-01	4,10%
Esôfago	2,61E-02	10,37%	5,32E-02	8,00%	8,35E-02	6,49%	1,37E-01	5,42%	2,01E-01	4,53%	2,35E-01	4,25%	2,69E-01	3,98%
Fígado	1,03E-02	2,78%	2,10E-02	2,11%	3,70E-02	1,68%	5,62E-02	1,42%	7,62E-02	1,26%	9,53E-02	1,15%	1,15E-01	1,05%
Tireoide	2,86E-02	13,93%	6,82E-02	9,92%	1,03E-01	8,52%	1,66E-01	6,92%	2,02E-01	6,62%	2,59E-01	5,80%	2,63E-01	5,76%
Superfície Óssea	2,71E-01	0,27%	4,52E-01	0,22%	6,69E-01	0,20%	8,86E-01	0,17%	1,08E+00	0,16%	1,26E+00	0,15%	1,42E+00	0,14%
Cérebro	1,95E-01	0,69%	3,06E-01	0,60%	4,28E-01	0,53%	5,48E-01	0,49%	6,55E-01	0,46%	7,51E-01	0,44%	8,39E-01	0,42%
Glândulas Salivares	6,81E-01	1,46%	1,10E+00	1,24%	1,52E+00	1,10%	1,98E+00	0,99%	2,34E+00	0,93%	2,71E+00	0,87%	2,98E+00	0,84%
Pele	2,57E-01	0,32%	3,76E-01	0,28%	5,08E-01	0,25%	6,28E-01	0,23%	7,37E-01	0,22%	8,28E-01	0,21%	9,10E-01	0,20%
Adrenais	2,23E-02	18,35%	4,85E-02	13,38%	8,59E-02	11,06%	1,21E-01	8,87%	1,63E-01	8,19%	1,96E-01	7,47%	2,46E-01	6,85%
Região Extratorácica	1,51E-01	4,86%	2,59E-01	4,01%	3,38E-01	3,69%	4,64E-01	3,30%	5,56E-01	3,00%	6,15E-01	2,88%	6,57E-01	2,85%
Vesícula Biliar	6,77E-03	42,19%	1,62E-02	27,62%	3,09E-02	21,29%	4,60E-02	17,33%	9,21E-02	13,91%	1,07E-01	12,28%	1,61E-01	10,69%
Coração	5,30E-02	2,84%	9,90E-02	2,22%	1,54E-01	1,86%	2,22E-01	1,62%	2,89E-01	1,44%	3,44E-01	1,34%	3,85E-01	1,27%
Rins	5,11E-02	2,80%	9,31E-02	2,23%	1,51E-01	1,84%	2,01E-01	1,67%	2,61E-01	1,49%	3,12E-01	1,38%	3,57E-01	1,29%
Músculos	1,32E-01	0,18%	2,08E-01	0,16%	2,98E-01	0,14%	3,84E-01	0,13%	4,63E-01	0,12%	5,35E-01	0,11%	6,00E-01	0,11%
Mucosa Oral	6,91E-02	4,99%	1,11E-01	4,18%	1,57E-01	3,74%	2,14E-01	3,32%	2,71E-01	3,03%	3,20E-01	2,82%	3,51E-01	2,73%
Pâncreas	8,49E-02	3,27%	1,52E-01	2,60%	2,19E-01	2,27%	3,25E-01	1,94%	4,15E-01	1,74%	4,79E-01	1,66%	5,63E-01	1,54%
Próstata	1,61E-02	9,20%	3,37E-02	6,69%	5,90E-02	5,38%	9,35E-02	4,43%	1,17E-01	3,97%	1,52E-01	3,56%	1,85E-01	3,20%
Intestino Delgado	4,33E-02	2,04%	8,26E-02	1,59%	1,33E-01	1,32%	1,88E-01	1,15%	2,40E-01	1,04%	2,89E-01	0,96%	3,36E-01	0,89%
Baço	2,92E-01	1,69%	4,79E-01	1,42%	7,09E-01	1,23%	9,53E-01	1,10%	1,17E+00	1,01%	1,31E+00	0,97%	1,51E+00	0,91%
Timos	2,52E-02	13,78%	4,85E-02	10,38%	9,35E-02	8,30%	1,37E-01	7,17%	1,76E-01	6,44%	2,16E-01	6,00%	2,62E-01	5,29%
E/PKA	8,21E-02	0,83%	1,41E-01	0,70%	2,17E-01	0,64%	2,96E-01	0,59%	3,68E-01	0,52%	4,36E-01	0,51%	4,94E-01	0,48%

Anexo D.7: H_T /PKA e E /PKA em $\mu\text{Sv}/\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$ para médico cirurgião (UFHADF) em cenários sem protetores e sem saíote em projeção AnteroPosterior (AP). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Medula vermelha	1,57E+00	0,22%	2,16E+00	0,19%	2,80E+00	0,17%	3,36E+00	0,15%	3,84E+00	0,14%	4,25E+00	0,14%	4,61E+00	0,13%
Cólon	2,32E+00	0,35%	3,12E+00	0,33%	3,91E+00	0,31%	4,59E+00	0,29%	5,09E+00	0,28%	5,53E+00	0,27%	5,86E+00	0,27%
Pulmão	1,29E+00	0,30%	1,74E+00	0,28%	2,20E+00	0,26%	2,59E+00	0,25%	2,92E+00	0,24%	3,16E+00	0,23%	3,41E+00	0,22%
Estômago	4,14E+00	0,43%	5,42E+00	0,40%	6,67E+00	0,38%	7,73E+00	0,36%	8,55E+00	0,35%	9,30E+00	0,34%	9,76E+00	0,34%
Mama	3,99E+00	0,27%	4,74E+00	0,26%	5,50E+00	0,26%	6,10E+00	0,25%	6,59E+00	0,25%	6,94E+00	0,24%	7,27E+00	0,24%
Testículos	8,70E-01	3,32%	1,37E+00	2,84%	1,77E+00	2,61%	2,25E+00	2,40%	2,62E+00	2,29%	2,82E+00	2,19%	3,15E+00	2,09%
Bexiga	1,20E+00	1,47%	1,64E+00	1,34%	2,24E+00	1,21%	2,73E+00	1,13%	3,10E+00	1,08%	3,41E+00	1,04%	3,71E+00	1,01%
Esôfago	4,84E-01	2,44%	7,82E-01	2,07%	1,09E+00	1,83%	1,35E+00	1,69%	1,58E+00	1,59%	1,84E+00	1,50%	1,95E+00	1,46%
Fígado	8,10E-01	0,32%	1,17E+00	0,28%	1,55E+00	0,26%	1,87E+00	0,25%	2,14E+00	0,24%	2,39E+00	0,23%	2,59E+00	0,22%
Tireoide	1,22E+00	2,19%	1,65E+00	2,01%	2,14E+00	1,86%	2,53E+00	1,78%	2,78E+00	1,71%	3,17E+00	1,63%	3,37E+00	1,60%
Superfície Óssea	3,13E+00	0,10%	4,28E+00	0,08%	5,47E+00	0,08%	6,48E+00	0,07%	7,31E+00	0,07%	7,98E+00	0,07%	8,53E+00	0,07%
Cérebro	6,07E-01	0,39%	8,66E-01	0,35%	1,15E+00	0,32%	1,40E+00	0,31%	1,61E+00	0,29%	1,80E+00	0,28%	1,95E+00	0,27%
Glândulas Salivares	1,24E+01	0,34%	1,52E+01	0,33%	1,78E+01	0,32%	1,98E+01	0,31%	2,15E+01	0,31%	2,27E+01	0,30%	2,37E+01	0,30%
Pele	4,29E+00	0,08%	5,01E+00	0,08%	5,64E+00	0,08%	6,15E+00	0,07%	6,52E+00	0,07%	6,79E+00	0,07%	7,01E+00	0,07%
Adrenais	4,81E-01	4,05%	6,62E-01	3,63%	1,02E+00	3,08%	1,33E+00	2,76%	1,55E+00	2,64%	1,84E+00	2,44%	1,90E+00	2,39%
Região Extratorácica	1,39E+00	1,65%	1,80E+00	1,55%	2,32E+00	1,44%	2,67E+00	1,38%	3,02E+00	1,32%	3,34E+00	1,28%	3,57E+00	1,24%
Vesícula Biliar	6,14E-01	4,48%	9,26E-01	3,85%	1,30E+00	3,45%	1,80E+00	3,03%	2,04E+00	2,88%	2,21E+00	2,80%	2,46E+00	2,70%
Coração	1,41E+00	0,55%	1,98E+00	0,49%	2,58E+00	0,46%	3,08E+00	0,43%	3,51E+00	0,41%	3,85E+00	0,40%	4,15E+00	0,39%
Rins	6,73E-01	0,77%	9,93E-01	0,68%	1,35E+00	0,61%	1,66E+00	0,57%	1,91E+00	0,55%	2,14E+00	0,52%	2,33E+00	0,50%
Músculos	2,07E+00	0,04%	2,63E+00	0,04%	3,18E+00	0,04%	3,63E+00	0,04%	3,99E+00	0,04%	4,28E+00	0,04%	4,51E+00	0,04%
Mucosa Oral	2,70E+00	0,80%	3,37E+00	0,77%	4,00E+00	0,75%	4,55E+00	0,72%	4,91E+00	0,71%	5,25E+00	0,69%	5,46E+00	0,69%
Pâncreas	1,43E+00	0,79%	2,06E+00	0,70%	2,69E+00	0,65%	3,31E+00	0,60%	3,77E+00	0,58%	4,18E+00	0,56%	4,53E+00	0,54%
Próstata	4,05E-01	1,80%	6,86E-01	1,48%	9,69E-01	1,31%	1,24E+00	1,20%	1,49E+00	1,11%	1,69E+00	1,06%	1,86E+00	1,01%
Intestino Delgado	1,71E+00	0,32%	2,38E+00	0,29%	3,05E+00	0,27%	3,66E+00	0,26%	4,12E+00	0,25%	4,54E+00	0,24%	4,87E+00	0,23%
Baço	3,95E+00	0,46%	5,14E+00	0,43%	6,33E+00	0,41%	7,28E+00	0,39%	8,09E+00	0,38%	8,68E+00	0,37%	9,17E+00	0,37%
Timos	7,71E-01	2,59%	1,10E+00	2,33%	1,47E+00	2,10%	1,76E+00	1,97%	2,03E+00	1,88%	2,37E+00	1,77%	2,48E+00	1,73%
E/PKA	2,19E+00	0,18%	2,87E+00	0,17%	3,56E+00	0,16%	4,14E+00	0,16%	4,61E+00	0,16%	5,00E+00	0,15%	5,31E+00	0,15%

Anexo D.8: H_T/PKA e E/PKA em $\mu\text{Sv}/\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$ para médico cirurgião (UFHADF) em cenários sem protetores e sem saíote em projeção LateroLateral (LL). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Medula vermelha	3,06E-01	0,50%	4,98E-01	0,40%	7,30E-01	0,33%	9,61E-01	0,29%	1,17E+00	0,26%	1,37E+00	0,25%	1,38E+00	0,25%
Cólon	2,40E-01	1,09%	3,94E-01	0,92%	5,84E-01	0,79%	7,66E-01	0,71%	9,34E-01	0,66%	1,08E+00	0,62%	1,22E+00	0,59%
Pulmão	1,69E-01	0,83%	2,81E-01	0,69%	4,18E-01	0,59%	5,56E-01	0,53%	6,81E-01	0,49%	7,87E-01	0,46%	8,87E-01	0,44%
Estômago	3,47E-01	1,46%	5,76E-01	1,22%	8,78E-01	1,04%	1,12E+00	0,95%	1,36E+00	0,89%	1,56E+00	0,83%	1,79E+00	0,79%
Mama	3,64E-01	0,89%	5,40E-01	0,78%	7,50E-01	0,70%	9,47E-01	0,64%	1,12E+00	0,60%	1,26E+00	0,57%	1,40E+00	0,54%
Testículos	1,09E-01	9,32%	2,19E-01	6,95%	3,45E-01	5,87%	4,95E-01	5,17%	6,04E-01	4,66%	6,89E-01	4,47%	8,06E-01	4,16%
Bexiga	1,75E-01	3,89%	2,69E-01	3,31%	4,49E-01	2,70%	6,25E-01	2,38%	7,45E-01	2,21%	8,96E-01	2,05%	1,02E+00	1,92%
Esôfago	9,48E-02	5,66%	1,52E-01	4,71%	2,23E-01	4,00%	3,30E-01	3,42%	4,39E-01	3,01%	5,24E-01	2,83%	5,89E-01	2,65%
Fígado	7,59E-02	1,02%	1,36E-01	0,82%	2,12E-01	0,70%	2,89E-01	0,62%	3,59E-01	0,57%	4,32E-01	0,53%	4,94E-01	0,51%
Tireoide	4,15E-01	3,77%	6,36E-01	3,25%	8,69E-01	2,91%	1,06E+00	2,73%	1,28E+00	2,55%	1,47E+00	2,41%	1,61E+00	2,32%
Superfície Óssea	4,91E-01	0,25%	8,07E-01	0,20%	1,18E+00	0,17%	1,54E+00	0,15%	1,87E+00	0,14%	2,17E+00	0,13%	2,19E+00	0,13%
Cérebro	2,48E-01	0,61%	3,95E-01	0,52%	5,58E-01	0,47%	7,17E-01	0,43%	8,62E-01	0,40%	9,92E-01	0,38%	1,11E+00	0,36%
Glândulas Salivares	1,55E+00	0,97%	2,43E+00	0,83%	3,24E+00	0,75%	4,08E+00	0,69%	4,71E+00	0,65%	5,42E+00	0,62%	5,93E+00	0,60%
Pele	4,87E-01	0,23%	6,98E-01	0,20%	9,28E-01	0,19%	1,13E+00	0,17%	1,31E+00	0,17%	1,47E+00	0,16%	1,60E+00	0,15%
Adrenais	3,87E-02	13,69%	9,11E-02	9,92%	1,43E-01	8,43%	2,21E-01	6,78%	2,72E-01	6,28%	3,43E-01	5,64%	3,98E-01	5,42%
Região Extratorácica	5,31E-01	2,66%	7,81E-01	2,34%	1,07E+00	2,11%	1,32E+00	1,97%	1,56E+00	1,82%	1,72E+00	1,76%	1,91E+00	1,69%
Vesícula Biliar	7,34E-02	13,06%	8,78E-02	12,34%	1,46E-01	9,81%	2,48E-01	8,09%	3,30E-01	7,15%	4,11E-01	6,48%	5,17E-01	5,98%
Coração	1,66E-01	1,60%	2,97E-01	1,28%	4,36E-01	1,11%	5,97E-01	0,98%	7,42E-01	0,90%	8,66E-01	0,84%	9,88E-01	0,79%
Rins	6,55E-02	2,46%	1,25E-01	1,91%	2,00E-01	1,60%	2,73E-01	1,42%	3,51E-01	1,28%	4,20E-01	1,19%	4,84E-01	1,11%
Músculos	2,47E-01	0,13%	3,86E-01	0,11%	5,49E-01	0,10%	7,00E-01	0,09%	8,36E-01	0,09%	9,59E-01	0,08%	1,07E+00	0,08%
Mucosa Oral	5,33E-01	1,83%	8,11E-01	1,58%	1,09E+00	1,43%	1,38E+00	1,32%	1,64E+00	1,23%	1,87E+00	1,17%	2,06E+00	1,13%
Pâncreas	1,33E-01	2,60%	2,42E-01	2,06%	3,54E-01	1,78%	5,18E-01	1,53%	6,45E-01	1,40%	7,59E-01	1,31%	8,76E-01	1,23%
Próstata	6,57E-02	4,55%	1,19E-01	3,56%	2,00E-01	2,91%	2,95E-01	2,46%	3,51E-01	2,28%	4,33E-01	2,06%	5,33E-01	1,90%
Intestino Delgado	1,80E-01	1,00%	3,17E-01	0,81%	4,77E-01	0,70%	6,32E-01	0,62%	7,77E-01	0,57%	9,04E-01	0,54%	1,03E+00	0,51%
Baço	3,48E-01	1,54%	5,73E-01	1,29%	8,45E-01	1,12%	1,13E+00	1,01%	1,38E+00	0,93%	1,55E+00	0,88%	1,79E+00	0,84%
Timos	1,92E-01	5,22%	2,98E-01	4,42%	4,66E-01	3,74%	6,23E-01	3,35%	7,09E-01	3,17%	8,38E-01	2,97%	9,63E-01	2,75%
E/PKA	2,64E-01	0,53%	4,24E-01	0,46%	6,20E-01	0,41%	8,08E-01	0,38%	9,77E-01	0,35%	1,13E+00	0,33%	1,25E+00	0,32%

ANEXO E

Anexo E.1: RC/PKA em $\text{Gy}^{-1}.\text{cm}^{-2}$ para paciente (UFHADM) em cenários com a mesa de cirurgia em projeção AnteroPosterior (AP) (número de morte por 10^6 casos). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Estômago	0,02	0,21%	0,04	0,19%	0,05	0,17%	0,06	0,16%	0,06	0,15%	0,07	0,15%	0,08	0,14%
Cólon	1,42	0,03%	1,71	0,03%	1,98	0,03%	2,20	0,03%	2,38	0,03%	2,52	0,03%	2,63	0,03%
Fígado	0,02	0,07%	0,03	0,06%	0,04	0,06%	0,05	0,06%	0,05	0,05%	0,06	0,05%	0,06	0,05%
Pulmão	0,02	0,19%	0,02	0,17%	0,03	0,15%	0,04	0,14%	0,05	0,13%	0,06	0,13%	0,06	0,12%
Próstata	0,02	0,13%	0,02	0,12%	0,02	0,11%	0,03	0,10%	0,03	0,10%	0,04	0,10%	0,04	0,09%
Bexiga	0,71	0,07%	0,91	0,07%	1,09	0,07%	1,25	0,06%	1,37	0,06%	1,48	0,10%	1,56	0,06%
Outros	0,58	0,10%	0,71	0,09%	0,84	0,09%	0,94	0,09%	1,02	0,08%	1,09	0,08%	1,15	0,08%
Leucemia	0,23	0,02%	0,34	0,02%	0,45	0,02%	0,55	0,01%	0,64	0,01%	0,72	0,01%	0,78	0,01%
RC/PKA	3,02	0,03%	3,77	0,03%	4,50	0,03%	5,12	0,03%	5,61	0,02%	6,02	0,03%	6,36	0,02%

Anexo E.2: RC/PKA em $\text{Gy}^{-1}.\text{cm}^{-2}$ para paciente (UFHADM) em cenários com a mesa de cirurgia em projeção LateroLateral (LL). (número de morte por 10^6 casos) Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Estômago	0,02	0,26%	0,02	0,22%	0,04	0,20%	0,04	0,18%	0,05	0,17%	0,06	0,16%	0,07	0,15%
Cólon	1,28	0,04%	1,63	0,03%	1,97	0,03%	2,25	0,03%	2,48	0,03%	2,66	0,03%	2,81	0,03%
Fígado	0,00	0,15%	0,01	0,12%	0,01	0,10%	0,02	0,09%	0,02	0,09%	0,02	0,08%	0,03	0,08%
Pulmão	0,00	0,34%	0,01	0,28%	0,01	0,24%	0,02	0,21%	0,02	0,20%	0,03	0,18%	0,03	0,17%
Próstata	0,01	0,21%	0,01	0,18%	0,01	0,16%	0,01	0,15%	0,02	0,14%	0,02	0,13%	0,02	0,13%
Bexiga	0,27	0,12%	0,39	0,11%	0,52	0,10%	0,64	0,09%	0,74	0,08%	0,82	0,08%	0,89	0,08%
Outros	0,29	0,09%	0,38	0,09%	0,48	0,09%	0,56	0,09%	0,63	0,08%	0,69	0,08%	0,75	0,08%
Leucemia	0,56	0,01%	0,74	0,01%	0,93	0,01%	1,10	0,01%	1,24	0,01%	1,36	0,01%	1,46	0,01%
RC/PKA	2,43	0,03%	3,20	0,02%	3,97	0,02%	4,64	0,02%	5,20	0,02%	5,66	0,02%	6,05	0,02%

ANEXO E.3: RC/PKA em $\text{Gy}^{-1}.\text{cm}^2$ para paciente (UFHADM) em cenários sem a mesa de cirurgia em projeção AnteroPosterior (AP) (número de morte por 10^6 casos). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Estômago	0,02	0,77%	0,03	0,67%	0,04	0,59%	0,05	0,55%	0,06	0,52%	0,06	0,49%	0,07	0,47%
Cólon	2,52	0,08%	2,94	0,08%	3,32	0,08%	3,63	0,08%	3,88	0,08%	4,07	0,08%	4,22	0,08%
Fígado	0,01	0,28%	0,02	0,24%	0,03	0,22%	0,04	0,20%	0,04	0,19%	0,05	0,18%	0,05	0,17%
Pulmão	0,00	1,31%	0,01	1,01%	0,01	0,84%	0,02	0,73%	0,02	0,66%	0,02	0,62%	0,03	0,58%
Próstata	0,03	0,30%	0,03	0,28%	0,04	0,27%	0,05	0,25%	0,05	0,25%	0,06	0,24%	0,06	0,23%
Bexiga	1,45	0,16%	1,79	0,16%	2,10	0,15%	2,36	0,15%	2,55	0,14%	2,71	0,14%	2,83	0,14%
Outros	0,76	0,23%	0,93	0,23%	1,11	0,22%	1,25	0,22%	1,36	0,21%	1,44	0,21%	1,52	0,21%
Leucemia	0,45	0,04%	0,63	0,04%	0,82	0,03%	0,99	0,03%	1,13	0,03%	1,25	0,03%	1,36	0,03%
RC/PKA	5,25	0,07%	6,38	0,07%	7,48	0,06%	8,37	0,06%	9,09	0,06%	9,66	0,06%	10,14	0,06%

ANEXO E.4: RC/PKA em $\text{Gy}^{-1}.\text{cm}^2$ para paciente (UFHADM) em cenários sem a mesa de cirurgia em projeção LateroLateral (LL) (número de morte por 10^6 casos). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Estômago	0,01	0,86%	0,02	0,73%	0,03	0,64%	0,04	0,59%	0,05	0,55%	0,06	0,52%	0,06	0,50%
Cólon	1,27	0,12%	1,61	0,11%	1,94	0,11%	2,22	0,10%	2,45	0,10%	2,63	0,10%	2,78	0,09%
Fígado	0,00	0,51%	0,01	0,41%	0,01	0,35%	0,02	0,32%	0,02	0,29%	0,02	0,27%	0,02	0,26%
Pulmão	0,00	1,43%	0,01	1,12%	0,01	0,93%	0,01	0,82%	0,02	0,74%	0,02	0,69%	0,02	0,64%
Próstata	0,01	0,68%	0,01	0,59%	0,01	0,53%	0,01	0,48%	0,02	0,45%	0,02	0,43%	0,02	0,41%
Bexiga	0,27	0,38%	0,39	0,34%	0,52	0,30%	0,64	0,28%	0,73	0,27%	0,82	0,26%	0,89	0,25%
Outros	0,28	0,28%	0,37	0,28%	0,46	0,27%	0,54	0,27%	0,61	0,26%	0,67	0,25%	0,72	0,25%
Leucemia	0,56	0,03%	0,74	0,03%	0,93	0,03%	1,09	0,03%	1,23	0,03%	1,35	0,03%	1,46	0,02%
RC/PKA	2,40	0,08%	3,15	0,08%	3,91	0,08%	4,58	0,07%	5,12	0,07%	5,58	0,07%	5,97	0,06%

ANEXO F

Anexo F.1: RC/PKA em $\text{Gy}^{-1}.\text{cm}^{-2}$ para médico cirurgião (UFHADM) em cenários com protetores e com saíote em projeção AnteroPosterior (AP) (número de morte por 10^6 casos).

Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Estômago	7,33E-04	1,20%	1,06E-03	1,07%	1,39E-03	0,98%	1,73E-03	0,91%	2,02E-03	0,85%	2,24E-03	0,82%	2,46E-03	0,79%
Cólon	2,16E-03	0,89%	2,98E-03	0,81%	3,90E-03	0,74%	4,70E-03	0,70%	5,49E-03	0,66%	6,13E-03	0,63%	6,61E-03	0,61%
Fígado	2,91E-05	1,86%	5,56E-05	1,46%	9,13E-05	1,22%	1,38E-04	1,04%	1,84E-04	0,92%	2,28E-04	0,85%	2,64E-04	0,79%
Pulmão	3,67E-03	0,40%	5,06E-03	0,37%	6,46E-03	0,34%	7,67E-03	0,33%	8,79E-03	0,31%	9,74E-03	0,30%	1,05E-02	0,29%
Próstata	4,75E-04	0,68%	6,05E-04	0,65%	7,29E-04	0,62%	8,24E-04	0,60%	9,16E-04	0,58%	9,91E-04	0,57%	1,05E-03	0,55%
Bexiga	5,43E-05	8,10%	1,23E-04	5,87%	2,12E-04	4,75%	2,86E-04	4,15%	4,07E-04	3,50%	4,93E-04	3,28%	5,90E-04	3,02%
Outros	1,52E-03	0,91%	2,16E-03	0,85%	2,90E-03	0,84%	3,57E-03	0,81%	4,33E-03	0,79%	4,90E-03	0,76%	5,38E-03	0,75%
Leucemia	1,14E-03	0,21%	1,63E-03	0,19%	2,19E-03	0,17%	2,73E-03	0,16%	3,22E-03	0,15%	3,66E-03	0,14%	4,04E-03	0,14%
RC/PKA	9,79E-03	0,30%	1,37E-02	0,28%	1,79E-02	0,26%	2,16E-02	0,25%	2,54E-02	0,24%	2,84E-02	0,23%	3,09E-02	0,23%

Anexo F.2: RC/PKA em $\text{Gy}^{-1}.\text{cm}^{-2}$ para médico cirurgião (UFHADM) em cenários com protetores e com saíote em projeção LateroLateral (LL) (número de morte por 10^6 casos). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Estômago	5,13E-05	4,48%	9,75E-05	3,50%	1,61E-04	2,90%	2,16E-04	2,56%	2,89E-04	2,26%	3,37E-04	2,14%	3,88E-04	1,97%
Cólon	1,69E-04	3,18%	2,92E-04	2,59%	4,50E-04	2,20%	5,95E-04	1,96%	7,70E-04	1,77%	9,20E-04	1,63%	1,08E-03	1,52%
Fígado	3,23E-06	5,57%	6,80E-06	4,14%	1,34E-05	3,16%	2,14E-05	2,60%	3,21E-05	2,20%	4,25E-05	1,96%	5,64E-05	1,73%
Pulmão	2,72E-04	1,46%	5,08E-04	1,16%	8,24E-04	0,96%	1,14E-03	0,85%	1,48E-03	0,76%	1,78E-03	0,71%	2,09E-03	0,66%
Próstata	4,64E-05	2,20%	7,27E-05	1,87%	1,05E-04	1,64%	1,33E-04	1,50%	1,65E-04	1,37%	1,91E-04	1,29%	2,20E-04	1,21%
Bexiga	8,86E-06	20,89%	2,21E-05	14,43%	3,96E-05	10,97%	5,45E-05	9,57%	7,93E-05	8,03%	1,14E-04	6,95%	1,34E-04	6,23%
Outros	2,41E-04	2,54%	4,32E-04	2,24%	6,65E-04	2,05%	8,86E-04	1,85%	1,11E-03	1,61%	1,36E-03	1,53%	1,52E-03	1,40%
Leucemia	1,42E-04	0,55%	2,54E-04	0,44%	4,07E-04	0,37%	5,66E-04	0,32%	7,33E-04	0,29%	8,85E-04	0,27%	1,04E-03	0,26%
RC/PKA	9,35E-04	1,03%	1,69E-03	0,86%	2,66E-03	0,74%	3,61E-03	0,65%	4,66E-03	0,58%	5,62E-03	0,54%	6,52E-03	0,50%

Anexo F.3: RC/PKA em $\text{Gy}^{-1}.\text{cm}^{-2}$ para médico (UFHADM) em cenários sem protetores e com saíote em projeção AnteroPosterior (AP) (número de mortes por 10^6 casos). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Estômago	3,03E-03	0,59%	4,06E-03	0,55%	5,06E-03	0,51%	5,95E-03	0,49%	6,69E-03	0,47%	7,19E-03	0,46%	7,71E-03	0,45%
Cólon	1,39E-02	0,35%	1,78E-02	0,33%	2,13E-02	0,32%	2,43E-02	0,31%	2,67E-02	0,30%	2,85E-02	0,29%	2,99E-02	0,29%
Fígado	7,92E-04	0,36%	1,12E-03	0,33%	1,47E-03	0,30%	1,78E-03	0,29%	2,03E-03	0,27%	2,26E-03	0,27%	2,44E-03	0,26%
Pulmão	5,52E-03	0,33%	7,78E-03	0,30%	1,01E-02	0,27%	1,21E-02	0,26%	1,39E-02	0,25%	1,54E-02	0,24%	1,68E-02	0,23%
Prostata	5,91E-04	0,61%	7,67E-04	0,58%	9,38E-04	0,55%	1,08E-03	0,53%	1,20E-03	0,51%	1,30E-03	0,49%	1,38E-03	0,48%
Bexiga	1,13E-03	1,81%	1,67E-03	1,58%	2,25E-03	1,43%	2,77E-03	1,33%	3,22E-03	1,26%	3,55E-03	1,22%	3,92E-03	1,16%
Outros	9,90E-03	0,71%	1,29E-02	0,66%	1,59E-02	0,62%	1,86E-02	0,58%	2,09E-02	0,56%	2,25E-02	0,54%	2,40E-02	0,52%
Leucemia	2,20E-03	0,16%	3,21E-03	0,14%	4,35E-03	0,13%	5,40E-03	0,12%	6,33E-03	0,11%	7,16E-03	0,11%	7,89E-03	0,10%
RC/PKA	3,70E-02	0,25%	4,93E-02	0,23%	6,14E-02	0,21%	7,20E-02	0,20%	8,10E-02	0,19%	8,80E-02	0,18%	9,40E-02	0,18%

Anexo F.4: RC/PKA em $\text{Gy}^{-1}.\text{cm}^{-2}$ para médico (UFHADM) em cenários sem protetores e com saíote em projeção LateroLateral (AP) (número de mortes por 10^6 casos). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Estômago	2,07E-04	2,23%	3,62E-04	1,82%	5,42E-04	1,56%	7,28E-04	1,39%	9,08E-04	1,27%	1,04E-03	1,20%	1,19E-03	1,13%
Cólon	1,33E-03	1,12%	1,97E-03	0,98%	2,71E-03	0,88%	3,42E-03	0,81%	4,00E-03	0,77%	4,56E-03	0,73%	5,09E-03	0,70%
Fígado	6,95E-05	1,19%	1,18E-04	0,99%	1,85E-04	0,84%	2,51E-04	0,75%	3,15E-04	0,69%	3,74E-04	0,64%	4,30E-04	0,61%
Pulmão	6,54E-04	0,94%	1,18E-03	0,76%	1,84E-03	0,64%	2,48E-03	0,57%	3,13E-03	0,52%	3,76E-03	0,48%	4,34E-03	0,46%
Prostata	7,42E-05	1,74%	1,14E-04	1,49%	1,64E-04	1,31%	2,08E-04	1,20%	2,57E-04	1,10%	2,90E-04	1,04%	3,35E-04	0,98%
Bexiga	1,39E-04	5,11%	2,45E-04	4,12%	3,59E-04	3,55%	4,72E-04	3,22%	6,31E-04	2,84%	7,36E-04	2,66%	8,74E-04	2,48%
Outros	1,62E-03	1,78%	2,54E-03	1,50%	3,47E-03	1,32%	4,39E-03	1,20%	5,22E-03	1,10%	6,11E-03	1,04%	6,82E-03	0,99%
Leucemia	3,16E-04	0,41%	5,60E-04	0,33%	8,81E-04	0,28%	1,20E-03	0,24%	1,52E-03	0,22%	1,83E-03	0,20%	2,13E-03	0,19%
RC/PKA	4,41E-03	0,77%	7,09E-03	0,64%	1,02E-02	0,54%	1,31E-02	0,49%	1,60E-02	0,44%	1,87E-02	0,42%	2,12E-02	0,39%

Anexo F.5: RC/PKA em $\text{Gy}^{-1}.\text{cm}^{-2}$ para médico (UFHADM) em cenários com protetores e sem saíote em projeção AnteroPosterior (AP) (número de mortes por 10^6 casos). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Estômago	7,35E-04	1,20%	1,06E-03	1,07%	1,39E-03	0,98%	1,73E-03	0,91%	2,02E-03	0,85%	2,24E-03	0,82%	2,46E-03	0,79%
Cólon	2,17E-03	0,88%	2,99E-03	0,81%	3,92E-03	0,74%	4,72E-03	0,70%	5,52E-03	0,66%	6,16E-03	0,63%	6,65E-03	0,61%
Fígado	2,97E-05	1,85%	5,65E-05	1,45%	9,30E-05	1,20%	1,40E-04	1,03%	1,86E-04	0,91%	2,30E-04	0,84%	2,67E-04	0,79%
Pulmão	3,68E-03	0,40%	5,07E-03	0,37%	6,48E-03	0,34%	7,69E-03	0,33%	8,82E-03	0,31%	9,77E-03	0,30%	1,06E-02	0,29%
Próstata	9,02E-04	0,49%	1,09E-03	0,48%	1,28E-03	0,47%	1,41E-03	0,46%	1,54E-03	0,45%	1,64E-03	0,44%	1,71E-03	0,43%
Bexiga	5,72E-05	7,91%	1,29E-04	5,73%	2,21E-04	4,66%	2,98E-04	4,06%	4,22E-04	3,44%	5,10E-04	3,23%	6,10E-04	2,97%
Outros	2,05E-03	0,74%	2,81E-03	0,72%	3,67E-03	0,72%	4,43E-03	0,70%	5,25E-03	0,69%	5,89E-03	0,67%	6,41E-03	0,66%
Leucemia	1,15E-03	0,21%	1,64E-03	0,19%	2,21E-03	0,17%	2,75E-03	0,16%	3,25E-03	0,15%	3,69E-03	0,14%	4,07E-03	0,14%
RC/PKA	1,08E-02	0,28%	1,49E-02	0,27%	1,93E-02	0,25%	2,32E-02	0,24%	2,70E-02	0,23%	3,01E-02	0,22%	3,28E-02	0,22%

Anexo F.6: RC/PKA em $\text{Gy}^{-1}.\text{cm}^{-2}$ para médico (UFHADM) em cenários com protetores e sem saíote em projeção LateroLateral (LL) (número de mortes por 10^6 casos). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Estômago	5,14E-05	4,48%	9,77E-05	3,49%	1,61E-04	2,89%	2,16E-04	2,56%	2,78E-04	2,44%	3,34E-04	2,19%	3,88E-04	1,97%
Cólon	1,70E-04	3,17%	2,94E-04	2,58%	4,53E-04	2,19%	5,98E-04	1,96%	7,74E-04	1,77%	9,28E-04	1,63%	1,09E-03	1,52%
Fígado	3,28E-06	5,52%	6,88E-06	4,11%	1,36E-05	3,13%	2,18E-05	2,57%	3,26E-05	2,18%	4,30E-05	1,94%	5,71E-05	1,72%
Pulmão	2,74E-04	1,46%	5,10E-04	1,16%	8,27E-04	0,96%	1,15E-03	0,85%	1,48E-03	0,76%	1,78E-03	0,71%	2,09E-03	0,66%
Próstata	8,36E-05	1,64%	1,24E-04	1,44%	1,69E-04	1,29%	2,08E-04	1,20%	2,52E-04	1,11%	2,85E-04	1,05%	3,25E-04	0,99%
Bexiga	9,43E-06	20,05%	2,25E-05	14,27%	4,11E-05	10,71%	5,79E-05	9,27%	8,70E-05	7,71%	1,18E-04	6,80%	1,39E-04	6,12%
Outros	2,92E-04	2,16%	5,05E-04	1,96%	7,70E-04	1,86%	1,00E-03	1,65%	1,26E-03	1,49%	1,52E-03	1,40%	1,70E-03	1,30%
Leucemia	1,43E-04	0,55%	2,55E-04	0,44%	4,09E-04	0,37%	5,69E-04	0,32%	7,37E-04	0,29%	8,90E-04	0,27%	1,05E-03	0,25%
RC/PKA	1,03E-03	0,95%	1,82E-03	0,81%	2,84E-03	0,71%	3,82E-03	0,63%	4,90E-03	0,56%	5,90E-03	0,53%	6,83E-03	0,48%

Anexo F.7: RC/PKA em $\text{Gy}^{-1}.\text{cm}^{-2}$ para médico (UFHADM) em cenários sem protetores e sem saíote em projeção AnteroPosterior (AP) (número de mortes por 10^6 casos). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Estômago	3,03E-03	0,59%	4,06E-03	0,55%	5,06E-03	0,51%	5,96E-03	0,49%	6,70E-03	0,47%	7,20E-03	0,46%	7,71E-03	0,44%
Cólon	1,39E-02	0,35%	1,79E-02	0,33%	2,14E-02	0,32%	2,44E-02	0,31%	2,68E-02	0,30%	2,87E-02	0,29%	3,01E-02	0,29%
Fígado	7,94E-04	0,36%	1,12E-03	0,33%	1,47E-03	0,30%	1,78E-03	0,29%	2,04E-03	0,27%	2,27E-03	0,27%	2,45E-03	0,26%
Pulmão	5,53E-03	0,33%	7,79E-03	0,30%	1,01E-02	0,27%	1,22E-02	0,26%	1,40E-02	0,25%	1,55E-02	0,24%	1,68E-02	0,23%
Próstata	1,41E-03	0,39%	1,72E-03	0,38%	2,01E-03	0,37%	2,24E-03	0,36%	2,43E-03	0,36%	2,58E-03	0,35%	2,69E-03	0,35%
Bexiga	1,14E-03	1,79%	1,70E-03	1,57%	2,30E-03	1,42%	2,83E-03	1,32%	3,30E-03	1,24%	3,63E-03	1,20%	4,00E-03	1,15%
Outros	1,10E-02	0,66%	1,43E-02	0,61%	1,76E-02	0,57%	2,04E-02	0,55%	2,28E-02	0,52%	2,45E-02	0,51%	2,62E-02	0,49%
Leucemia	2,21E-03	0,16%	3,23E-03	0,14%	4,38E-03	0,13%	5,44E-03	0,12%	6,38E-03	0,11%	7,22E-03	0,11%	7,96E-03	0,10%
RC/PKA	3,90E-02	0,24%	5,18E-02	0,22%	6,43E-02	0,21%	7,52E-02	0,20%	8,44E-02	0,19%	9,16E-02	0,18%	9,79E-02	0,17%

Anexo F.8: RC/PKA em $\text{Gy}^{-1}.\text{cm}^{-2}$ para médico (UFHADM) em cenários sem protetores e sem saíote em projeção LateroLateral (LL) (número de mortes por 10^6 casos). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Estômago	2,07E-04	2,23%	3,62E-04	1,82%	5,43E-04	1,56%	7,29E-04	1,39%	9,10E-04	1,27%	1,05E-03	1,20%	1,19E-03	1,13%
Cólon	1,34E-03	1,11%	1,98E-03	0,98%	2,73E-03	0,88%	3,44E-03	0,81%	4,03E-03	0,77%	4,60E-03	0,73%	5,13E-03	0,69%
Fígado	6,97E-05	1,19%	1,19E-04	0,99%	1,86E-04	0,84%	2,52E-04	0,75%	3,17E-04	0,69%	3,76E-04	0,64%	4,32E-04	0,61%
Pulmão	6,56E-04	0,94%	1,18E-03	0,76%	1,85E-03	0,64%	2,49E-03	0,57%	3,14E-03	0,52%	3,77E-03	0,48%	4,35E-03	0,45%
Prostata	1,63E-04	1,17%	2,37E-04	1,04%	3,18E-04	0,94%	3,93E-04	0,87%	4,64E-04	0,82%	5,16E-04	0,78%	5,80E-04	0,74%
Bexiga	1,43E-04	5,04%	2,50E-04	4,08%	3,71E-04	3,49%	4,93E-04	3,15%	6,56E-04	2,79%	7,57E-04	2,63%	9,06E-04	2,44%
Outros	1,74E-03	1,69%	2,72E-03	1,43%	3,71E-03	1,26%	4,67E-03	1,14%	5,58E-03	1,05%	6,49E-03	1,00%	7,22E-03	0,95%
Leucemia	3,18E-04	0,41%	5,64E-04	0,33%	8,88E-04	0,27%	1,21E-03	0,24%	1,54E-03	0,22%	1,85E-03	0,20%	2,14E-03	0,19%
RC/PKA	4,64E-03	0,75%	7,42E-03	0,62%	1,06E-02	0,53%	1,37E-02	0,47%	1,66E-02	0,43%	1,94E-02	0,41%	2,19E-02	0,38%

ANEXO G

Anexo G.1: RC/PKA em $\text{Gy}^{-1}.\text{cm}^{-2}$ para paciente (UFHADF) em cenários com a mesa de cirurgia em projeção AnteroPosterior (AP) (número de mortes por 10^6 casos). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Estômago	0,11	0,12%	0,15	0,11%	0,19	0,10%	0,22	0,10%	0,25	0,10%	0,27	0,09%	0,29	0,09%
Cólon	2,11	0,02%	2,54	0,02%	2,93	0,02%	3,25	0,02%	3,50	0,02%	3,70	0,02%	3,86	0,02%
Fígado	0,05	0,04%	0,07	0,04%	0,08	0,03%	0,10	0,03%	0,11	0,03%	0,12	0,03%	0,13	0,03%
Pulmão	0,12	0,14%	0,18	0,13%	0,24	0,12%	0,29	0,11%	0,33	0,10%	0,37	0,10%	0,40	0,09%
Mama	0,20	0,10%	0,23	0,09%	0,27	0,09%	0,30	0,09%	0,32	0,09%	0,33	0,09%	0,35	0,08%
Útero	0,04	0,12%	0,05	0,11%	0,07	0,10%	0,08	0,09%	0,09	0,09%	0,10	0,09%	0,11	0,08%
Ovário	0,43	0,22%	0,56	0,20%	0,68	0,19%	0,78	0,18%	0,87	0,18%	0,93	0,17%	0,99	0,17%
Bexiga	0,35	0,13%	0,45	0,12%	0,55	0,12%	0,63	0,11%	0,69	0,11%	0,74	0,11%	0,78	0,11%
Outros	0,50	0,78%	0,65	0,76%	0,80	0,73%	0,93	0,71%	1,04	0,69%	1,13	0,68%	1,20	0,67%
Leucemia	0,42	0,02%	0,61	0,02%	0,82	0,02%	1,01	0,02%	1,17	0,02%	1,31	0,02%	1,43	0,02%
RC/PKA	4,31	0,09%	5,48	0,09%	6,62	0,09%	7,58	0,09%	8,36	0,09%	9,00	0,09%	9,55	0,09%

Anexo G.2: RC/PKA em $\text{Gy}^{-1}.\text{cm}^{-2}$ para paciente (UFHADF) em cenários com a mesa de cirurgia em projeção LateroLateral (LL) (número de mortes por 10^6 casos). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Estômago	0,30	0,07%	0,39	0,07%	0,47	0,07%	0,54	0,06%	0,60	0,06%	0,64	0,06%	0,67	0,06%
Cólon	3,06	0,02%	3,60	0,02%	4,10	0,02%	4,50	0,02%	4,81	0,02%	5,06	0,02%	5,26	0,02%
Fígado	0,02	0,06%	0,03	0,05%	0,05	0,05%	0,06	0,04%	0,07	0,04%	0,08	0,04%	0,08	0,04%
Pulmão	0,08	0,17%	0,13	0,15%	0,19	0,13%	0,24	0,12%	0,28	0,11%	0,32	0,11%	0,36	0,10%
Mama	0,03	0,23%	0,05	0,21%	0,06	0,19%	0,08	0,18%	0,09	0,17%	0,10	0,16%	0,11	0,15%
Útero	0,03	0,14%	0,04	0,12%	0,05	0,11%	0,07	0,10%	0,08	0,10%	0,09	0,09%	0,10	0,09%
Ovário	0,31	0,25%	0,44	0,23%	0,57	0,21%	0,68	0,20%	0,77	0,19%	0,84	0,18%	0,91	0,18%
Bexiga	0,17	0,19%	0,25	0,17%	0,34	0,15%	0,41	0,14%	0,47	0,13%	0,52	0,13%	0,56	0,13%
Outros	1,07	0,42%	1,33	0,43%	1,59	0,43%	1,80	0,44%	1,98	0,43%	2,11	0,43%	2,23	0,42%
Leucemia	1,51	0,01%	1,96	0,01%	2,42	0,01%	2,82	0,01%	3,15	0,01%	3,43	0,01%	3,67	0,01%
RC/PKA	6,59	0,07%	8,23	0,07%	9,83	0,07%	11,19	0,07%	12,28	0,07%	13,17	0,07%	13,93	0,07%

Anexo G.3: RC/PKA em $\text{Gy}^{-1}.\text{cm}^{-2}$ para paciente (UFHADF) em cenários sem a mesa de cirurgia em projeção AnteroPosterior (AP) (número de mortes por 10^6 casos). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Estômago	0,14	0,11%	0,19	0,10%	0,24	0,09%	0,29	0,09%	0,32	0,08%	0,35	0,25%	0,38	0,25%
Cólon	4,26	0,02%	4,95	0,02%	5,56	0,02%	6,04	0,02%	6,41	0,02%	6,70	0,05%	6,92	0,05%
Fígado	0,07	0,03%	0,09	0,03%	0,12	0,03%	0,14	0,03%	0,15	0,03%	0,17	0,08%	0,18	0,08%
Pulmão	0,06	0,20%	0,11	0,16%	0,16	0,14%	0,21	0,13%	0,25	0,12%	0,28	0,36%	0,32	0,34%
Mama	0,04	0,22%	0,05	0,20%	0,07	0,18%	0,08	0,17%	0,09	0,16%	0,10	0,49%	0,11	0,47%
Utero	0,08	0,08%	0,10	0,08%	0,12	0,07%	0,14	0,07%	0,16	0,07%	0,17	0,21%	0,19	0,20%
Ovário	0,84	0,15%	1,06	0,15%	1,26	0,14%	1,42	0,14%	1,55	0,13%	1,68	0,41%	1,75	0,40%
Bexiga	0,62	0,10%	0,77	0,10%	0,92	0,09%	1,03	0,09%	1,13	0,09%	1,20	0,27%	1,26	0,26%
Outros	0,90	0,55%	1,14	0,55%	1,37	0,54%	1,56	0,54%	1,72	0,53%	1,84	1,65%	1,95	1,61%
Leucemia	0,72	0,02%	1,02	0,02%	1,34	0,02%	1,62	0,01%	1,87	0,01%	2,07	0,04%	2,26	0,04%
RC/PKA	7,72	0,07%	9,48	0,07%	11,15	0,07%	12,53	0,07%	13,64	0,07%	14,57	0,22%	15,30	0,21%

Anexo G.4: RC/PKA em $\text{Gy}^{-1}.\text{cm}^{-2}$ para paciente (UFHADF) em cenários sem a mesa de cirurgia em projeção LateroLateral (LL) (número de mortes por 10^6 casos). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tube voltage (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Estômago	0,30	0,07%	0,39	0,07%	0,47	0,07%	0,54	0,06%	0,59	0,06%	0,63	0,06%	0,66	0,06%
Cólon	3,06	0,02%	3,60	0,02%	4,09	0,02%	4,48	0,02%	4,78	0,02%	5,04	0,02%	5,24	0,02%
Fígado	0,02	0,06%	0,03	0,05%	0,04	0,05%	0,06	0,04%	0,07	0,04%	0,07	0,04%	0,08	0,04%
Pulmão	0,07	0,18%	0,12	0,16%	0,17	0,14%	0,22	0,12%	0,26	0,12%	0,30	0,11%	0,33	0,11%
Mama	0,02	0,32%	0,03	0,27%	0,04	0,24%	0,05	0,22%	0,06	0,21%	0,07	0,20%	0,07	0,19%
Utero	0,03	0,14%	0,04	0,12%	0,05	0,11%	0,07	0,10%	0,08	0,10%	0,09	0,09%	0,09	0,09%
Ovário	0,31	0,25%	0,44	0,23%	0,56	0,21%	0,67	0,20%	0,76	0,19%	0,83	0,18%	0,90	0,18%
Bexiga	0,17	0,19%	0,25	0,17%	0,33	0,15%	0,40	0,14%	0,46	0,14%	0,51	0,13%	0,55	0,13%
Outros	1,06	0,42%	1,33	0,43%	1,58	0,43%	1,79	0,44%	1,96	0,43%	2,10	0,43%	2,21	0,42%
Leucemia	1,51	0,01%	1,95	0,01%	2,41	0,01%	2,81	0,01%	3,12	0,01%	3,41	0,01%	3,65	0,01%
RC/PKA	6,54	0,07%	8,17	0,07%	9,75	0,07%	11,08	0,07%	12,12	0,07%	13,05	0,07%	13,79	0,07%

ANEXO H

Anexo H.1: RC/PKA em Gy⁻¹.cm⁻² para médica cirurgiã (UFHADF) em cenários com protetores e com saiote em projeção AnteriorPosterior (AP) (número de mortes por 10⁶ casos).

Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tube voltage (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Estômago	4,09E-03	0,62%	5,36E-03	0,58%	6,74E-03	0,54%	7,89E-03	0,52%	8,86E-03	0,50%	9,66E-03	0,49%	1,02E-02	0,48%
Cólon	3,13E-03	0,59%	4,18E-03	0,55%	5,27E-03	0,51%	6,26E-03	0,49%	7,13E-03	0,47%	7,75E-03	0,45%	8,51E-03	0,44%
Fígado	8,02E-05	0,94%	1,32E-04	0,80%	2,03E-04	0,68%	2,76E-04	0,61%	3,43E-04	0,56%	4,11E-04	0,52%	4,62E-04	0,50%
Pulmão	1,76E-02	0,37%	2,34E-02	0,35%	2,94E-02	0,33%	3,47E-02	0,31%	3,90E-02	0,30%	4,27E-02	0,29%	4,58E-02	0,28%
Mama	1,43E-03	1,11%	1,92E-03	1,02%	2,53E-03	0,93%	3,19E-03	0,86%	3,80E-03	0,80%	4,38E-03	0,75%	4,80E-03	0,72%
Útero	4,21E-05	3,54%	7,25E-05	2,90%	1,11E-04	2,46%	1,55E-04	2,15%	1,88E-04	1,98%	2,26E-04	1,84%	2,61E-04	1,73%
Ovário	4,37E-04	6,65%	7,17E-04	5,57%	9,81E-04	4,97%	1,33E-03	4,45%	1,67E-03	4,08%	1,77E-03	3,97%	2,09E-03	3,66%
Bexiga	3,26E-04	4,28%	5,27E-04	3,61%	7,57E-04	3,14%	1,03E-03	2,82%	1,36E-03	2,52%	1,58E-03	2,34%	1,81E-03	2,20%
Outros	9,29E-03	4,69%	1,23E-02	4,51%	1,55E-02	4,26%	1,82E-02	4,08%	2,06E-02	3,97%	2,24E-02	3,88%	2,40E-02	3,80%
Leucemia	3,21E-03	0,22%	4,53E-03	0,19%	6,00E-03	0,18%	7,39E-03	0,17%	8,63E-03	0,16%	9,70E-03	0,15%	1,06E-02	0,14%
RC/PKA	3,96E-02	1,12%	5,31E-02	1,06%	6,75E-02	1,00%	8,04E-02	0,94%	9,15E-02	0,91%	1,01E-01	0,88%	1,09E-01	0,86%

Anexo H.2: RC/PKA em Gy⁻¹.cm⁻² para médica cirurgiã (UFHADF) em cenários com protetores e com saiote em projeção LateroLateral (LL) (número de mortes por 10⁶ casos). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Estômago	3,33E-04	2,18%	5,76E-04	1,78%	8,51E-04	1,54%	1,15E-03	1,36%	1,44E-03	1,25%	1,69E-03	1,17%	1,89E-03	1,11%
Cólon	2,89E-04	1,96%	4,94E-04	1,61%	7,75E-04	1,35%	1,03E-03	1,20%	1,30E-03	1,10%	1,53E-03	1,02%	1,72E-03	0,97%
Fígado	9,15E-06	2,80%	1,89E-05	2,11%	3,31E-05	1,69%	5,16E-05	1,42%	7,04E-05	1,25%	8,67E-05	1,14%	1,02E-04	1,07%
Pulmão	1,78E-03	1,18%	3,07E-03	0,97%	4,60E-03	0,83%	6,18E-03	0,74%	7,73E-03	0,67%	9,04E-03	0,63%	1,03E-02	0,59%
Mama	1,93E-04	3,04%	3,20E-04	2,52%	4,59E-04	2,17%	6,53E-04	1,88%	8,50E-04	1,69%	9,93E-04	1,57%	1,18E-03	1,46%
Útero	5,99E-06	9,45%	1,26E-05	7,01%	2,52E-05	5,24%	3,63E-05	4,48%	4,91E-05	3,95%	5,96E-05	3,59%	7,45E-05	3,27%
Ovário	6,68E-05	16,76%	9,68E-05	15,06%	1,91E-04	11,35%	2,47E-04	10,20%	3,82E-04	8,47%	4,67E-04	7,80%	5,08E-04	7,40%
Bexiga	4,58E-05	11,49%	9,19E-05	8,86%	1,61E-04	6,94%	2,77E-04	5,44%	3,71E-04	4,78%	4,11E-04	4,50%	4,78E-04	4,27%
Outros	1,20E-03	13,41%	2,00E-03	11,32%	3,00E-03	9,70%	3,96E-03	8,95%	4,77E-03	8,09%	5,68E-03	7,94%	6,33E-03	7,55%
Leucemia	4,82E-04	0,57%	8,44E-04	0,47%	1,30E-03	0,38%	1,78E-03	0,34%	2,26E-03	0,31%	2,70E-03	0,29%	3,10E-03	0,27%
RC/PKA	4,41E-03	3,71%	7,53E-03	3,05%	1,14E-02	2,59%	1,54E-02	2,34%	1,92E-02	2,04%	2,27E-02	2,02%	2,57E-02	1,89%

Anexo H.3: RC/PKA em $\text{Gy}^{-1}.\text{cm}^{-2}$ para médica cirurgiã (UFHADF) em cenários sem protetores e com saíote em projeção AnteroPosterior (AP) (número de mortes por 10^6 casos). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Estômago	8,68E-03	0,43%	1,14E-02	0,40%	1,40E-02	0,38%	1,62E-02	0,36%	1,79E-02	0,35%	1,95E-02	0,34%	2,05E-02	0,34%
Cólon	8,81E-03	0,35%	1,18E-02	0,33%	1,48E-02	0,31%	1,74E-02	0,29%	1,93E-02	0,28%	2,09E-02	0,28%	2,21E-02	0,27%
Fígado	7,27E-04	0,32%	1,05E-03	0,28%	1,39E-03	0,26%	1,68E-03	0,25%	1,92E-03	0,24%	2,14E-03	0,23%	2,32E-03	0,22%
Pulmão	2,74E-02	0,30%	3,69E-02	0,28%	4,69E-02	0,26%	5,51E-02	0,25%	6,21E-02	0,24%	6,73E-02	0,23%	7,25E-02	0,22%
Mama	2,43E-02	0,27%	2,89E-02	0,26%	3,35E-02	0,26%	3,71E-02	0,25%	4,01E-02	0,25%	4,23E-02	0,24%	4,42E-02	0,24%
Útero	1,56E-04	1,83%	2,64E-04	1,51%	3,72E-04	1,34%	4,72E-04	1,22%	5,71E-04	1,14%	6,43E-04	1,08%	7,12E-04	1,04%
Ovário	1,70E-03	3,36%	2,67E-03	2,88%	3,48E-03	2,63%	4,40E-03	2,43%	5,12E-03	2,31%	5,55E-03	2,21%	6,12E-03	2,12%
Bexiga	2,65E-03	1,50%	3,61E-03	1,37%	4,94E-03	1,24%	6,03E-03	1,16%	6,85E-03	1,10%	7,50E-03	1,07%	8,18E-03	1,03%
Outros	1,67E-02	4,06%	2,25E-02	3,73%	2,83E-02	3,58%	3,33E-02	3,45%	3,73E-02	3,34%	4,09E-02	3,26%	4,34E-02	3,19%
Leucemia	5,15E-03	0,25%	1,09E-02	0,19%	1,42E-02	0,17%	1,70E-02	0,15%	1,95E-02	0,14%	2,15E-02	0,14%	2,34E-02	0,13%
RC/PKA	9,62E-02	0,72%	1,30E-01	0,66%	1,62E-01	0,64%	1,89E-01	0,62%	2,11E-01	0,60%	2,28E-01	0,59%	2,43E-01	0,58%

Anexo H.4: RC/PKA em $\text{Gy}^{-1}.\text{cm}^{-2}$ para médica cirurgiã (UFHADF) em cenários sem protetores e com saíote em projeção LateroLateral (LL) (número de mortes por 10^6 casos). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Estômago	7,29E-04	1,46%	1,21E-03	1,22%	1,84E-03	1,04%	2,36E-03	0,95%	2,86E-03	0,89%	3,28E-03	0,83%	3,76E-03	0,79%
Cólon	9,08E-04	1,10%	1,49E-03	0,92%	2,21E-03	0,79%	2,89E-03	0,72%	3,53E-03	0,66%	4,06E-03	0,62%	4,61E-03	0,59%
Fígado	6,81E-05	1,02%	1,22E-04	0,83%	1,91E-04	0,70%	2,60E-04	0,62%	3,22E-04	0,58%	3,87E-04	0,54%	4,43E-04	0,51%
Pulmão	3,59E-03	0,83%	5,98E-03	0,69%	8,90E-03	0,59%	1,18E-02	0,53%	1,45E-02	0,49%	1,67E-02	0,46%	1,89E-02	0,44%
Mama	2,22E-03	0,89%	3,29E-03	0,78%	4,56E-03	0,70%	5,76E-03	0,64%	6,82E-03	0,60%	7,69E-03	0,57%	8,52E-03	0,54%
Útero	2,56E-05	4,61%	4,66E-05	3,60%	7,77E-05	2,95%	1,14E-04	2,50%	1,36E-04	2,32%	1,67E-04	2,10%	2,07E-04	1,93%
Ovário	2,10E-04	9,51%	4,27E-04	7,04%	6,76E-04	5,94%	9,47E-04	5,27%	1,17E-03	4,72%	1,36E-03	4,51%	1,58E-03	4,20%
Bexiga	3,86E-04	3,98%	5,98E-04	3,36%	1,00E-03	2,74%	1,37E-03	2,44%	1,67E-03	2,24%	2,00E-03	2,07%	2,27E-03	1,96%
Outros	2,70E-03	10,60%	4,30E-03	8,79%	6,11E-03	7,80%	8,03E-03	7,13%	9,71E-03	6,56%	1,12E-02	6,23%	1,26E-02	6,02%
Leucemia	1,56E-03	0,50%	2,53E-03	0,40%	3,71E-03	0,33%	4,89E-03	0,29%	5,97E-03	0,27%	6,95E-03	0,25%	7,92E-03	0,23%
RC/PKA	1,24E-02	2,34%	2,00E-02	1,92%	2,93E-02	1,65%	3,85E-02	1,51%	4,67E-02	1,39%	5,38E-02	1,32%	6,08E-02	1,27%

Anexo H.5: RC/PKA em Gy⁻¹.cm⁻² para médica cirurgiã (UFHADF) em cenários com protetores e sem saiote em projeção AnteroPosterior (AP) (número de mortes por 10⁶ casos). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Estômago	4,07E-03	0,62%	5,37E-03	0,58%	6,71E-03	0,55%	7,88E-03	0,52%	8,88E-03	0,50%	9,70E-03	0,49%	1,03E-02	0,47%
Cólon	3,11E-03	0,59%	4,19E-03	0,55%	5,28E-03	0,51%	6,29E-03	0,49%	7,10E-03	0,47%	7,83E-03	0,45%	8,45E-03	0,44%
Fígado	7,97E-05	0,95%	1,33E-04	0,79%	2,03E-04	0,68%	2,74E-04	0,61%	3,47E-04	0,56%	4,12E-04	0,52%	4,69E-04	0,49%
Pulmão	1,75E-02	0,37%	2,34E-02	0,35%	2,95E-02	0,33%	3,47E-02	0,31%	3,90E-02	0,30%	4,24E-02	0,29%	4,55E-02	0,28%
Mama	1,47E-03	1,10%	1,92E-03	1,02%	2,54E-03	0,93%	3,21E-03	0,85%	3,86E-03	0,79%	4,33E-03	0,75%	4,77E-03	0,72%
Útero	4,20E-05	3,54%	7,76E-05	2,80%	1,19E-04	2,37%	1,57E-04	2,12%	1,97E-04	1,93%	2,38E-04	1,80%	2,77E-04	1,67%
Óvário	4,52E-04	6,51%	7,05E-04	5,60%	1,04E-03	4,86%	1,31E-03	4,41%	1,68E-03	4,09%	1,86E-03	3,84%	1,99E-03	3,72%
Bexiga	3,52E-04	4,16%	5,46E-04	3,52%	8,35E-04	2,99%	1,13E-03	2,68%	1,35E-03	2,51%	1,68E-03	2,30%	1,93E-03	2,15%
Outros	1,16E-02	4,07%	1,51E-02	3,87%	1,87E-02	3,74%	2,18E-02	3,69%	2,43E-02	3,58%	2,65E-02	3,51%	2,82E-02	3,41%
Leucemia	3,22E-03	0,22%	4,55E-03	0,19%	6,04E-03	0,18%	7,45E-03	0,17%	8,67E-03	0,16%	9,75E-03	0,15%	1,07E-02	0,14%
RC/PKA	4,19E-02	1,14%	5,59E-02	1,06%	7,10E-02	1,00%	8,42E-02	0,97%	9,54E-02	0,93%	1,05E-01	0,90%	1,12E-01	0,87%

Anexo H.6: RC/PKA em Gy⁻¹.cm⁻² para médica cirurgiã (UFHADF) em cenários com protetores e sem saiote em projeção LateroLateral (LL) (número de mortes por 10⁶ casos). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Estômago	2,02E-04	2,81%	3,23E-04	2,20%	5,68E-04	1,79%	1,17E-03	1,36%	1,45E-03	1,25%	1,72E-03	1,15%	1,90E-03	1,10%
Cólon	2,00E-04	2,38%	2,97E-04	1,93%	4,92E-04	1,60%	1,04E-03	1,20%	1,31E-03	1,09%	1,51E-03	1,03%	1,76E-03	0,96%
Fígado	6,70E-06	3,28%	9,29E-06	2,78%	1,89E-05	2,11%	5,06E-05	1,42%	6,86E-05	1,26%	8,57E-05	1,15%	1,04E-04	1,05%
Pulmão	1,36E-03	1,36%	1,75E-03	1,19%	3,01E-03	0,97%	6,25E-03	0,73%	7,75E-03	0,67%	9,03E-03	0,63%	1,03E-02	0,59%
Mama	1,16E-04	3,90%	1,94E-04	3,01%	3,16E-04	2,52%	6,72E-04	1,88%	8,65E-04	1,68%	1,05E-03	1,55%	1,19E-03	1,45%
Útero	5,49E-06	10,00%	6,42E-06	9,20%	1,35E-05	6,69%	3,74E-05	4,43%	4,68E-05	3,97%	6,09E-05	3,56%	7,41E-05	3,20%
Óvário	3,73E-05	23,61%	5,06E-05	19,96%	1,05E-04	14,18%	3,19E-04	9,28%	3,54E-04	8,52%	5,00E-04	7,60%	5,60E-04	7,22%
Bexiga	5,05E-05	11,30%	6,17E-05	10,28%	1,02E-04	8,43%	2,96E-04	5,43%	3,69E-04	4,87%	4,39E-04	4,45%	5,34E-04	4,10%
Outros	9,47E-04	14,80%	1,32E-03	12,30%	2,19E-03	10,50%	4,25E-03	8,36%	5,27E-03	7,87%	6,08E-03	7,38%	6,86E-03	7,19%
Leucemia	4,09E-04	0,61%	4,85E-04	0,58%	8,34E-04	0,45%	1,79E-03	0,34%	2,25E-03	0,31%	2,68E-03	0,29%	3,11E-03	0,27%
RC/PKA	3,33E-03	4,26%	4,50E-03	3,67%	7,66E-03	3,05%	1,59E-02	2,27%	1,97E-02	2,13%	2,31E-02	1,97%	2,64E-02	1,90%

Anexo H.7: RC/PKA em $\text{Gy}^{-1}.\text{cm}^{-2}$ para médica cirurgiã (UFHADF) em cenários sem protetores e sem saíote em projeção AnteroPosterior (AP) (número de mortes por 10^6 casos). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Estômago	8,68E-03	0,43%	1,14E-02	0,40%	1,40E-02	0,38%	1,62E-02	0,36%	1,80E-02	0,35%	1,95E-02	0,34%	2,05E-02	0,34%
Cólon	8,83E-03	0,35%	1,18E-02	0,33%	1,48E-02	0,31%	1,74E-02	0,29%	1,94E-02	0,28%	2,10E-02	0,27%	2,23E-02	0,27%
Fígado	7,29E-04	0,32%	1,05E-03	0,28%	1,39E-03	0,26%	1,68E-03	0,25%	1,93E-03	0,24%	2,15E-03	0,23%	2,33E-03	0,22%
Pulmão	2,74E-02	0,30%	3,70E-02	0,28%	4,69E-02	0,26%	5,52E-02	0,25%	6,22E-02	0,24%	6,74E-02	0,23%	7,26E-02	0,22%
Mama	2,43E-02	0,27%	2,89E-02	0,26%	3,35E-02	0,26%	3,72E-02	0,25%	4,02E-02	0,25%	4,23E-02	0,24%	4,43E-02	0,24%
Útero	1,62E-04	1,80%	2,74E-04	1,48%	3,88E-04	1,31%	4,94E-04	1,20%	5,96E-04	1,11%	6,74E-04	1,06%	7,44E-04	1,01%
Ovário	1,74E-03	3,32%	2,74E-03	2,84%	3,55E-03	2,61%	4,50E-03	2,40%	5,24E-03	2,29%	5,65E-03	2,19%	6,29E-03	2,09%
Bexiga	2,75E-03	1,47%	3,76E-03	1,34%	5,16E-03	1,21%	6,28E-03	1,13%	7,14E-03	1,08%	7,84E-03	1,04%	8,54E-03	1,01%
Outros	2,14E-02	3,41%	2,79E-02	3,23%	3,46E-02	3,12%	4,01E-02	3,02%	4,46E-02	2,96%	4,84E-02	2,88%	5,12E-02	2,84%
Leucemia	8,00E-03	0,22%	1,10E-02	0,19%	1,43E-02	0,17%	1,71E-02	0,15%	1,96E-02	0,14%	2,17E-02	0,14%	2,35E-02	0,13%
RC/PKA	1,04E-01	0,72%	1,36E-01	0,67%	1,69E-01	0,65%	1,96E-01	0,63%	2,19E-01	0,61%	2,37E-01	0,60%	2,52E-01	0,59%

Anexo H.8: RC/PKA em $\text{Gy}^{-1}.\text{cm}^{-2}$ para médica cirurgiã (UFHADF) em cenários sem protetores e sem saíote em projeção LateroLateral (LL) (número de mortes por 10^6 casos). Os valores percentuais mostrados na tabela são referente as incertezas para cada CC calculado.

Tensão do Tubo (kVp)	60		70		80		90		100		110		120	
Estômago	7,30E-04	1,46%	1,21E-03	1,22%	1,84E-03	1,04%	2,36E-03	0,95%	2,86E-03	0,89%	3,28E-03	0,83%	3,32E-03	0,83%
Cólon	9,13E-04	1,09%	1,50E-03	0,92%	2,22E-03	0,79%	2,91E-03	0,71%	3,55E-03	0,66%	4,09E-03	0,62%	4,14E-03	0,62%
Fígado	6,83E-05	1,02%	1,23E-04	0,82%	1,91E-04	0,70%	2,60E-04	0,62%	3,23E-04	0,57%	3,89E-04	0,53%	3,93E-04	0,53%
Pulmão	3,59E-03	0,83%	5,99E-03	0,69%	8,91E-03	0,59%	1,19E-02	0,53%	1,45E-02	0,49%	1,68E-02	0,46%	1,69E-02	0,46%
Mama	2,22E-03	0,89%	3,30E-03	0,78%	4,57E-03	0,70%	5,78E-03	0,64%	6,84E-03	0,60%	7,70E-03	0,57%	7,79E-03	0,57%
Útero	2,63E-05	4,55%	4,76E-05	3,56%	8,00E-05	2,91%	1,18E-04	2,46%	1,40E-04	2,28%	1,73E-04	2,06%	1,75E-04	2,06%
Ovário	2,18E-04	9,32%	4,38E-04	6,95%	6,90E-04	5,87%	9,89E-04	5,17%	1,21E-03	4,66%	1,38E-03	4,47%	1,39E-03	4,47%
Bexiga	4,02E-04	3,89%	6,18E-04	3,31%	1,03E-03	2,70%	1,44E-03	2,38%	1,71E-03	2,21%	2,06E-03	2,05%	2,08E-03	2,05%
Outros	3,07E-03	9,66%	4,85E-03	8,07%	6,82E-03	7,20%	8,91E-03	6,61%	1,07E-02	6,11%	1,23E-02	5,82%	1,25E-02	5,82%
Leucemia	1,56E-03	0,50%	2,54E-03	0,40%	3,72E-03	0,33%	4,90E-03	0,29%	5,98E-03	0,26%	6,98E-03	0,25%	7,05E-03	0,25%
RC/PKA	1,28E-02	2,35%	2,06E-02	1,92%	3,01E-02	1,65%	3,95E-02	1,51%	4,78E-02	1,39%	5,52E-02	1,32%	5,58E-02	1,32%